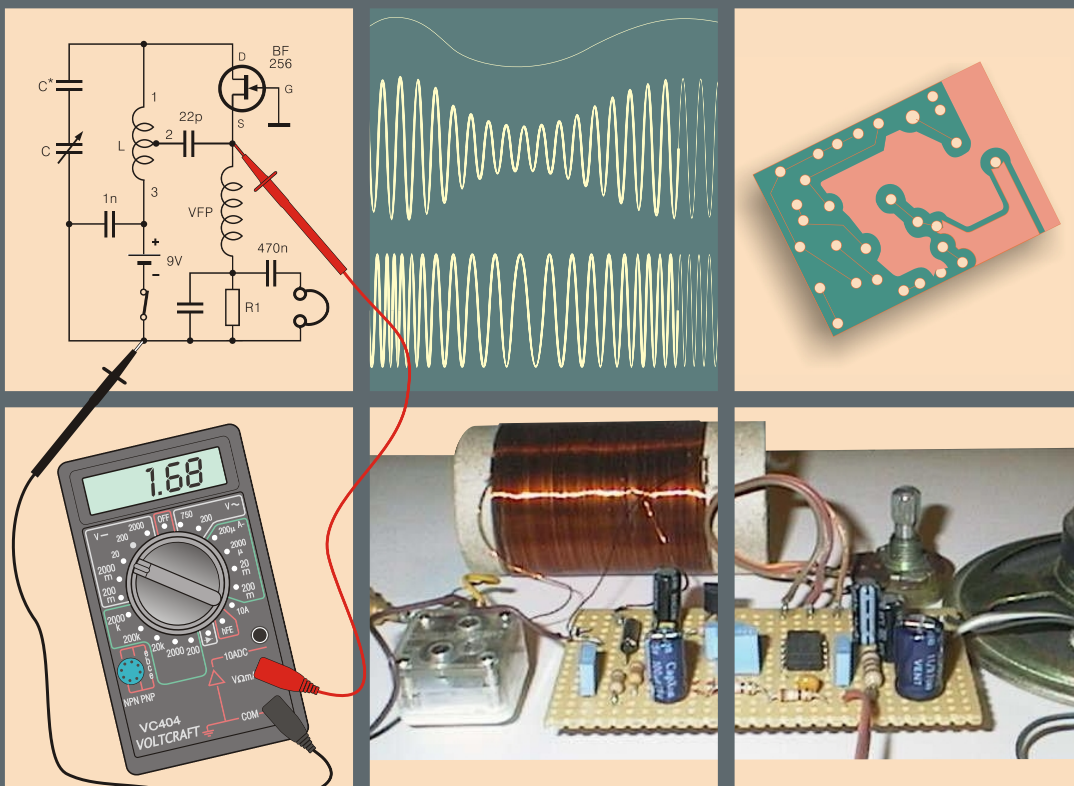
Praktična ELEKTRONIKA 5

FIL.M.2016

Filipović D. Miomir

RADIO-PRIJEMNICI

od detektora do stereofonskog prijemnika



Princip rada, električne šeme, komponente, uputstva, crteži i izrada štampane pločice, montažne šeme, praktična realizacija, podešavanja, provera ispravnosti, dodatna kola, antene, uzemljenje, dodaci . . .



PREDGOVOR

Ovo je peta knjiga iz serije *"Praktična* ELEKTRONIKA" koja je namenjena svima koji žele da sami, svojim rukama, naprave radio-prijemnik. Autor se, imajući u vidu staru amatersku izreku da "nijedan radio ne radi tako dobro kao onaj koji ste sami napravili", nada da će čitaoci ljubitelji radiotehnike podjednako uživati i pri čitanju ove knjige i pri izradi nekog od opisanih uređaja i, na kraju ali mnogo, mnogo duže, u slušanju programa omiljene radio-stanice, a oni preduzimljiviji i u materijalnoj koristi koju mogu da ostvare na osnovu znanja stečenog pažljivim čitanjem.

U knjizi je opisan princip rada i praktična realizacija velikog broja radio-prijemnika, od najjednostavnijeg detektora pa sve do stereofonskog prijemnika sa integrisanim kolima. Pored velikog broja električnih šema dati su i crteži štampanih kola, uputstva i saveti kao i primeri praktične realizacije uređaja.

U folderu PE5-EWB nalazi se veći broj primera električnih šema i pomoćnih kola urađenih u poznatom programu za analizu elektronskih kola *Electronics Workbench 5.12.* Oni, zajedno sa kratkim uputstvima i predlozima za analizu, omogućuju čitaocima da detaljno provere karakteristike i mogućnosti uređaja koji ih interesuje. Pored toga, u folderu "Radio-prijemnici+", koji je namenjen onima koji žele da se detaljno upoznaju sa radio-prijemnicima, date su simulacije velikog broja šema skoro svih sklopova radio-prijemnika, od najjednostavnojeg detektora do stereofonskog prijemnika.

SADRŽAJ

Kada u sadržaju pronađete šta vas interesuje, kliknite na ikonicu Pages, pa na ikonicu stranice.



1.

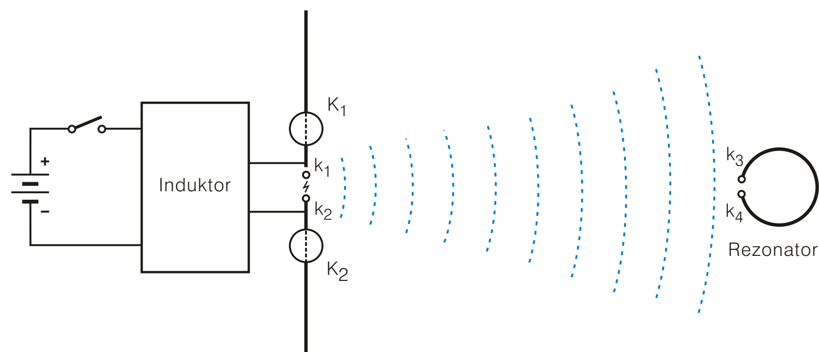
UVOD

Teško je zamisliti kako bi izgledao savremeni svet bez neprekidne razmene velikog broja informacija. One se prenose na različite načine (štampa, telefon, internet itd.), ali najbrži prenos, a u nekim slučajevima i jedini, je preko radija. On se obavlja pomoću elektromagnetnih talasa koji se prostiru brzinom svetlosti. Na jednoj strani prenosnog puta je radio-predajnik, a na drugoj radio-prijemnik. Između njih nije potreban nikakav provodnik u obliku žice ili nečeg sličnog, odakle i potiče izraz bežična veza. U prvim danima radiotehnike korišćeni su izrazi bežični telegraf i bežični telefon, ali je njih ubrzo zamenio izraz radio-prenos ili, kraće, samo radio.

Radio-prenos se ostvaruje pomoću elektromagnetnih talasa čije je postojanje i osobine teorijski predvideo Džems Maksvel 1864. godine. Prvi eksperimentalni dokaz tačnosti ove teorije izveo je Hajnrih Herc, 1888. godine, deset godina posle Maksvelove smrti. U to vreme je već bilo poznato da u oscilatornom kolu, sastavljenom od kondenzatora kapacitivnosti C i kalema induktivnosti L, postoji naizmenična struja. Još godine 1853. Tomson je utvrdio da je njena učestanost data obrascem:

$$f_r = \frac{1}{2\ \sqrt{LC}}$$

Herc je koristio oscilatorno kolo kod koga su kondenzator predstavljale dve kugle, K_1 i K_2 (sl. 1.1), a kalem - dva pravolinijska provodnika. Kugle su mogle da se pomeraju duž provodnika, čime se menjala kapacitivnost kola, a time i njegova rezonantna učestanost. Pri svakom prekidu struje iz baterije, na izlazu iz induktora dobijao se visoki napon, pa je između kuglica k_1 i k_2, koje su se nalazile na malom međusobnom rastojanju, skakala električna varnica. Po Maksvelovoj teoriji, dok postoji varnica, a to je struja promenljive jačine, oko provodnika postoji elektromagnetno polje, koje se u obliku talasa širi kroz okolni prostor. Na rastojanju od nekoliko metara Herc je postavio savijeni električni provodnik, na čijim krajevima su bile metalne kuglice k_3 i k_4, na vrlo malom rastojanju jedna od druge. Ova savijena žica i kuglice sačinjavaju oscilatorno kolo koje se naziva *rezonator*. Pod dejstvom elektromagnetnog polja u rezonatoru je, prema teoriji, trebalo da se pojavi električni napon čije bi se postojanje manifestovalo varnicom između kuglica k_3 i k_4. I tako je i bilo: kad god bi



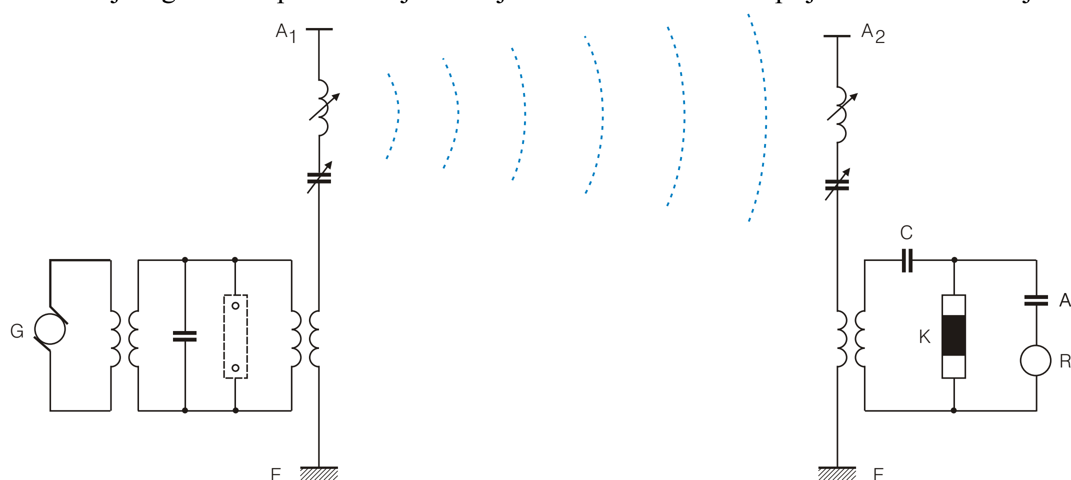
Slika 1.1. Elektrina šema Hercovog predajnika i prijemnika

u oscilatoru postojala varnica između k_1 i k_2, pojavila bi se i varnica u rezonatoru, između k_3 i k_4. Različitim varijantama ogleda sa slike 1.1. Herc je dokazao da se elektromagnetni talas ponaša kao svetlost, jer se kao i ona odbijao, prelamao itd., a ujedno je dokazano i da je svetlost, kako je tvrdio Maksvel, elektromagnetne prirode.

Međutim, ni sam Herc nije verovao u praktičnu vrednost svojih eksperimenata sa elektromagnetnim talasima. Domet veze ostvarene sa uređajima na slici 1.1 nije bio veći od nekoliko metara. Signal koji je emitovao predajnik imao je vrlo malu snagu, pa je signal u prijemniku imao vrlo malu amplitudu i pri većim rastojanjima između predajnika i prijemnika nije mogao da se konstatuje, a mogućnost da se vrlo slab signal u prijemniku pojača u to vreme nije postojala. Pored suviše malog dometa, zapaža se još jedan veliki nedostatak ovakvog načina veze. Ako istovremeno radi više ovakvih predajnika, prijemnik prima sve signale, bez mogućnosti da izdvoji samo jedan od njih. Ipak, suprotno Hercovom mišljenju, ovi eksperimenti su predstavljali rađanje nove naučne grane - radiotehnike.

Među prve eksperimentatore u oblasti radio-prenosa treba pomenuti Popova i Markonija, ali počasno mesto među njima pripada Nikoli Tesli koji je još daleke 1893. godine na Franklinovom institutu demonstrirao bežični prenos informacija. Na slici 1.2 prikazana je električna šema Teslinog bežičnog prenosa iz 1893. godine. Tesline ideje da se elektromagnetni talasi proizvode pomoću oscilatornih kola i emituju preko antene, a na mestu prijema prime pomoću antene i oscilatornih kola koja su u rezonanciji sa oscilatornim kolima predajnika, predstavljaju osnovu na kojoj se i danas obavlja radio-prenos.

Godine 1904. Džon Fleming konstruiše diodu, a 1907. godine Li de Forest pronalazi triodu i ta godina može da se smatra godinom rođenja elektronike, jer je trioda bila prva elektronska komponenta pomoću koje je bilo moguće realizovati kola za pojačavanje električnih signala. Od tada počinje brz razvoj radiotehnike i posle prvog svetskog rata pojavljuje se veliki broj radio-stanica. U to vreme koriste se tzv. direktni radio-prijemnici. U odnosu na današnje prijemnike, oni su imali malu i selektivnost i osetljivost, ali su ipak ispunjavali zahteve koji su postavljani pred njih. Tada je broj radio-predajnika bio mnogo manji nego danas, a njihove snage su bile mnogo manje od snaga današnjih predajnika, pa je većina slušalaca morala da se zadovolji prijemom samo programa lokalne stanice. Međutim, broj emisionih stanica se brzo povećavao, one su radile sa sve većim snagama i sve više je postajao bitan problem kako od više stanica izdvojiti samo jednu. Taj problem selektivnosti rešavan je uglavnom povećavanjem broja oscilatornih kola u prijemniku i uvođenjem



Slika 1.2. Električna šema Teslinog radio-predajnika i radio-prijemnika iz 1893. godine

pozitivne povratne sprege, ali pravo rešenje, koje se i danas koristi, bio je pronalazak superheterodinog prijemnika. Njega je pronašao Levi (1917. godine), a usavršio E. H. Armstrong (1918. godine).

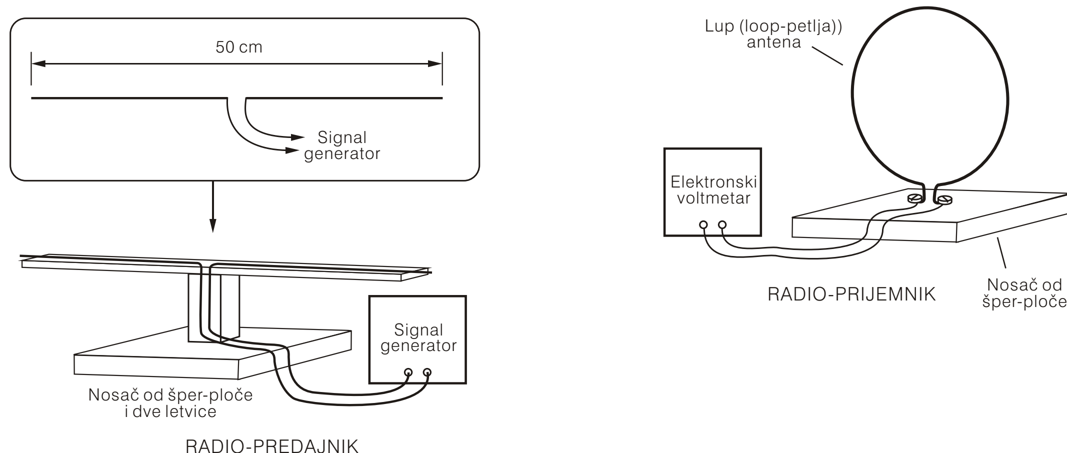
Nov, izuzetno snažan impuls daljem razvoju radio-tehnike dao je pronalazak tranzistora (Bardin, Breten i Šokli, 1948. godine), a nešto kasnije i integrisanih kola, što je omogućilo izradu uređaja koji su, s jedne strane, u svakom pogledu nadmašili dotadašnje uređaje sa elektronskim cevima, a sa druge, omogućili izradu uređaja koji su sa elektronskim

cevima bili praktično neizvodljivi.

Treba istaći i doprinos koji su razvoju radio-tehnike dali radio-amateri. U početku, radio-prenos se ostvarivao na dugim i srednjim talasima, i za ostvarivanje velikih dometa bili su neophodni predajnici vrlo velikih snaga. Vladalo je uverenje da su kratki talasi neupotrebljivi za radio-prenos, pa su se u to područje preselili radio-amateri, koje su iz područja dugih i srednjih talasa potisnule komercijalne stanice. I desilo se nešto neočekivano. Sa predajnicima vrlo malih snaga amateri ostvaruju izuzetno daleke veze, na stotine i hiljade kilometara, što je kasnije objašnjeno uticajem jonosfere čije je postojanje predviđao i Tesla.

Najnoviji radio-prijemnici na prvi pogled se veoma razlikuju od klasičnih prijemnika opisanih u ovom broju P.E. Ali, princip rada, blok-šema itd. isti su u oba slučaja. Bitna razlika je jedino u načinu podešavanja prijemnika na stanicu. Kod klasičnih uređaja to se vrši pomoću promenljivih kondenzatora, kalemova ili varikap-dioda, a očitavanje se vrši na skali sa pokretnom iglom. Kod savremenih uređaja podešavanje se vrši pomoću sintezatora učestanosti, čijim radom se upravlja pomoću mikroprocesora, a očitavanje se vrši na optičkim displejima. Upotreba mikroprocesora omogućuje pamćenje većeg broja unapred podešenih stanica, upotrebu daljinskog upravljača, prikaz naziva stanice i/ili njene učestanosti itd., što upotrebu uređaja čini lakšom i komfornijom.

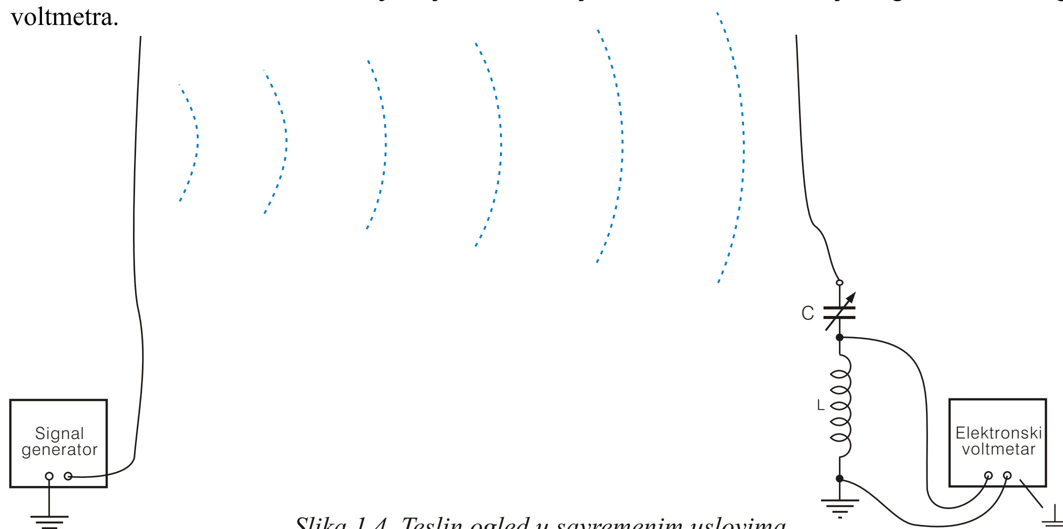
Hercov ogled sa slike 1.1 u savremenim uslovima može da se vrlo lako ponovi prema slici 1.3. Umesto induktora koristi se signal generator, a predajna antena je naprvljena od dva komada žice dužine 25 cm. Ove dve žice su pomoću lepljive trake pričvršćeni za horizontalnu letvicu. Krajevi ove



Slika 1.3. Hercov ogled u savremenim uslovima

dve žice su, pomoću dve savitljive žice, spojeni sa signal generatorom. Na mestu prijema se koristi lup antena, a postojanje napona se konstatuje elektronskim voltmetrom. Ova antena se pravi od deblje, jače žice ili metalne trake koja se savije u oblik kruga i pomoću dva zavrtnja za drvo pričvrsti za nosač od šper-ploče. Prečnik antene je oko 30 cm. On može da bude i manji ali će tada učestanost prenosa biti viša. Rezonantne učestanosti predajnika i prijemnika su nekoliko stotina megaherca. Elektronski voltmetar treba postaviti na najveću osetljivost. Učestanost signal generatora treba postaviti na oko 250 MHz, pa je povećavati dok igla voltmetra ne skrene maksimalno. Ako je skretanje igle suviše veliko, treba smanjiti osetljivost instrumenta. Rastojanje između predajnika i prijemnika je nekoliko metara.

I Teslin ogled sa slike 1.2 se lako ostvaruje savremnim sredstvima. On je prikazan na slici 1.4. Predajna antena je komad žice dužine oko 2 m postavljen u vertikalan položaj. Jedan kraj ove žice se priključi za "vrući" kraj izlaza signal generatora. Učestanost signal generatora se podesi na oko 1 MHz. U prijemniku se koristi ista antena kao u predajniku. C je kondenzator sa slike 3.7, a L je kalem sa slike 3.6. Uključi se generator, a veličina izlaznog napona stavi na maksimum. Kondenzator C se okreće dok se ne ostvari rezonancija koja se konstatuje maksimalnim skretanjem igle elektronskog voltmetra.

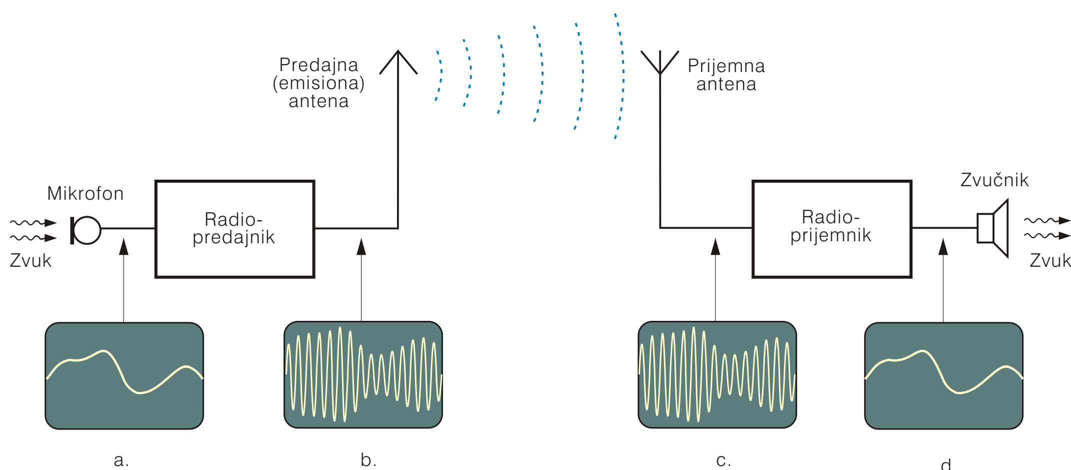


Slika 1.4. Teslin ogled u savremenim uslovima

2.

PRINCIP RADIO PRENOSA

U najjednostavnijem obliku, prenos informacija (govor, muzika, slika, kompjuterski podaci itd.) radio-putem može da se predstavi blok-šemom koja je prikazana na slici 2.1. To je prenos koji se ostvaruje pomoću amplitudske modulacije. Pošto u našem primeru informaciju predstavlja zvuk, prvi korak u prenosu je pretvranje zvuka u električni signal, što se obavlja pomoću mikrofona. Niskofrekventni (NF) napon sa izlaza mikrofona, (slika 2.1-a), koji predstavlja električnu "sliku" zvuka koji se prenosi, vodi se u predajnik. U predajniku se, pod dejstvom NF signala, obavlja postupak koji se naziva amplitudska modulacija, pa se na njegovom izlazu, tj. u emisionoj anteni, javlja visokofrekventni (VF) napon čija se amplituda menja u skladu sa trenutnom vrednošću NF signala (slika 2.1-b). VF napon stvara u anteni VF struju pa se oko antene stvara elektromagnetno polje. Ovo polje se širi u okolni prostor, što je na slici 2.1 simbolično prikazano isprekidanim kružnim linijama.



Slika 2.1. Blok-šema radio-prenosa

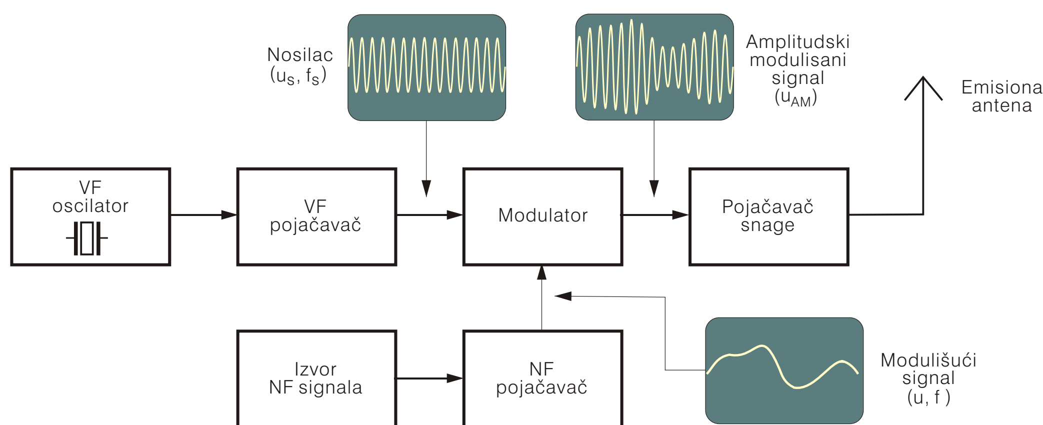
Krećući se brzinom svetlosti (c=300 000 km/s), elektromagnetno polje stiže na mesto prijema i, pod njegovim dejstvom, u prijemnoj anteni se indukuje napon prikazan na slici 2.1-c. Taj napon je istog oblika kao napon na slici 2.1-b, samo što ima mnogo manju amplitudu. U prijemniku se vrši pojačanje i detekcija, pa se na njegovom izlazu dobija NF napon (slika 2.1-d), istog oblika kao napon na slici 2.1-a, koji se pomoću zvučnika pretvara u zvuk, isti onakav kakav je i zvuk koji deluje na membranu mikrofona u predajniku. Naravno, tako bi bilo u slučaju idealnog prenosa. U stvarnosti, usled nesavršenosti uređaja, kao i usled dejstva raznih smetnji, zvuk koji stvara zvučnik se u izvesnoj meri razlikuje od zvuka koji deluje na membranu mikrofona.

Blok-šema sa slike 2.1 (ne i oblici VF signala) važi i u slučaju kada se radio-prenos vrši pomoću frekvencijske modulacije. U tom slučaju u predajniku se, pod dejstvom NF signala iz mikrofona, obavlja frekvencijska modulacija, pa VF signali na slikama 2.1-b. i 2.1-c. imaju konstantnu amplitudu, a učestanost im se menja u skladu sa trenutnom vrednošću NF signala iz mikrofona.

U stvari, slikom 2.1 može da se predstavi svaka radio-veza. Uvek se, prvo, informacija koja se prenosi, preko odgovarajućeg pretvarača, pretvara u električni signal. U telegrafiji, pretvarač je taster, u radiofoniji - mikrofon, u televiziji - katodna cev za analizu slike itd. Zatim se dobijenom "električnom slikom" informacije vrši modulacija. Modulisani VF signal se vodi u antenu i emituje. Na mestu prijema, modulisani signal iz prijemne antene se pojačava i detektuje a zatim se, pomoću odgovarajućeg pretvarača, (pisač, zvučnik, katodna cev TV prijemnika itd.), informacija vraća u svoj originalni oblik.

2.1. AM radio-predajnik

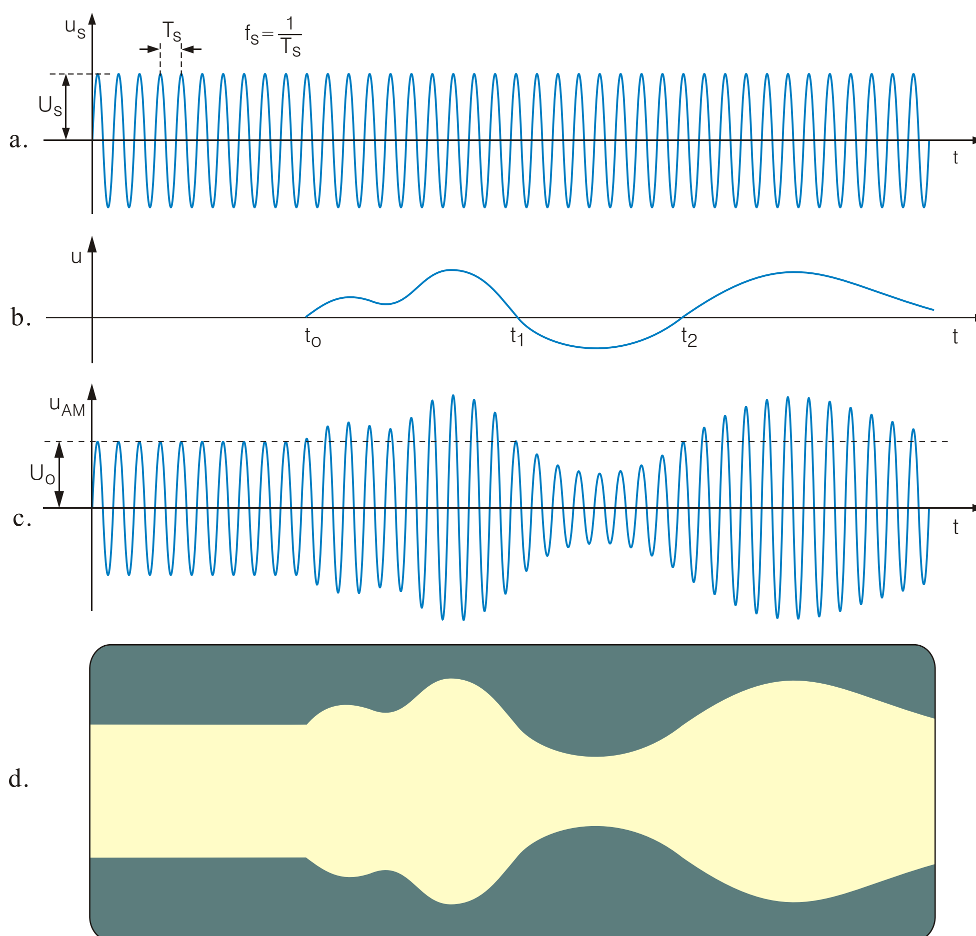
Radi boljeg razumevanja rada radio-predajnika, na slici 2.2 je prikazana blok šema jednostavnog predajnika AM (amplitudski modulisanih) signala. Amplitudska modulacija se obavlja u stepenu koji se naziva modulator. U njega stižu dva signala: visokofrekventni signal koji se naziva nosilac (ili noseći signal) koji se stvara u VF oscilatoru i pojačava do



Slika 2.2. Blok-šema AM predajnika

potrebnog nivoa pomoću VF pojačavača i niskofrekventni signal (modulišući signal) iz mikrofona ili nekog drugog izvora NF signala (kasetofon, gramofon, CD plejer itd.), koji se pojačava pomoću NF pojačavača. Na izlazu iz modulatora dobija se amplitudski modulisan signal u_{AM}. Ovaj signal se pojačava u pojačavaču snage i vodi u emisionu antenu.

Oblik i karakteristike AM nosioca , koji se iz VF pojačavača dovodi u modulator, prikazani su na slici 2.3-a. Kao što se vidi, to je VF napon konstantne amplitude U_s i učestanosti f_s. Na slici 2.3-b je prikazan NF signal koji se na ulazu u modulator pojavljuje u trenutku t_o. Ovim signalom se vrši modulacija amplitude nosioca, pa se on naziva modulišući signal. Oblik AM signala na izlazu iz modulatora prikazan je na slici 2.3-c. Do trenutka t_o taj napon ima isti oblik kao i napon na slici 2.3-a. Od trenutka t_o amplituda AM signala se menja u skladu sa trenutnom vrednošću modulišućeg signala, tako da je obvojnica AM signala (zamišljena linija koja spaja vrhove napona) istog oblika kao modulišući signal.



Slika 2.3. Talasni oblici napona kod amplitudske modulacije: a-nosilac (noseći signal), b-modulišući signal (NF signal koji se prenosi), c-AM (amplitudno modulisani) signal, d-izgled stvarnog AM signala

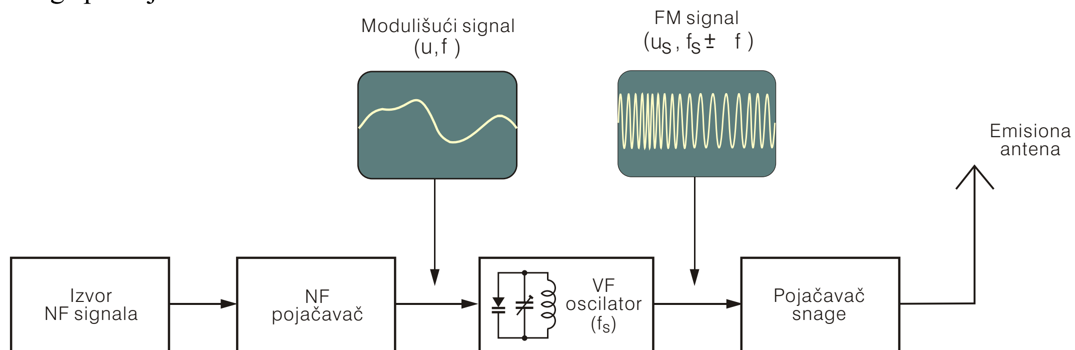
Pogledajmo jedan konkretan primer. Recimo da je NF signal na slici 2.3-b električna slika tona koji stvara neki muzički instrument i da je vremenski razmak između trenutaka t_0 i t_2 jednak 1 ms. Pretpostavimo da je učestanost nosioca f_s=1MHz (to je približno učestanost predajnika Radio Kladovo, tačna vrednost je 999 kHz). U tom slučaju, u vremenskom razmaku od t_0 do t_2, signali u_s na slici 2.3-a i u_{AM} na slici 2.3-c, bi trebalo da naprave hiljadu oscilacija, a ne samo osamnaest, kao što je na slici. Jasno je da stvarnu sliku nije moguće nacrtati, jer bi se linije spojile u tamnu mrlju. Stvarna slika AM signala iz ovog primera je na slici 2.3-d. To je slika na ekranu osciloskopa priključenog na izlaz modulatora: svetle linije

koje predstavljaju AM signal su se međusobno spojile jer su deblje od razmaka između njih.

Blok-šema na slici 2.2 je uprošćena blok-šema AM predajnika. U stvarnosti, u profesionalnim predajnicima postoje i drugi blokovi koji obezbeđuju potrebnu sigurnost rada, napajanje predajnika energijom, hlađenje pojedinih stepena itd. Ali, za jednostavnije primene postoje i jednostavnije blok-šeme, tako da je vrlo jednostavan AM radio-predajnik moguće realizovati i sa samo nekoliko elektronskih komponenata.

2.2. FM radio-predajnik

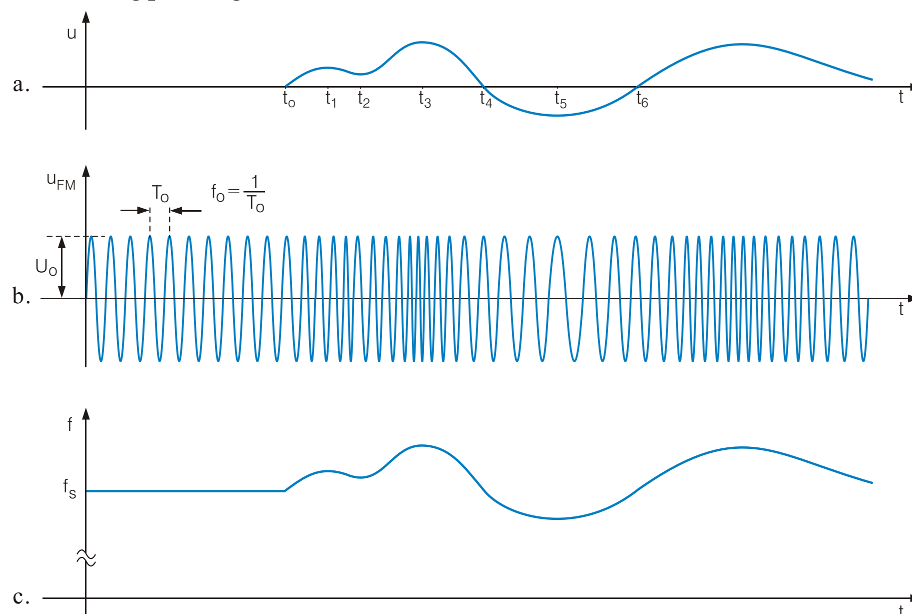
Blok-šema FM (frekvencijski modulisanog) predajnika prikazana je na slici 2.4. Informacija koja se prenosi, tj. modulišući signal, je signal iz nekog izvora NF signala.On se pojačava u NF pojačavaču i vodi u VF oscilator u kome se stvara nosilac. To je VF napon konstantne amplitude čija je učestanost u odsustvu modulišućeg signala jednaka nosećoj učestanosti predajnika f_s. U oscilatornom kolu VF oscilatora nalazi se varikap (kapacitivna) dioda. To je dioda čija kapacitivnost zavisi od veličine napona između njenih krajeva, pa kad se na nju dovede NF napon, njena kapacitivnost se menja u skladu sa tim naponom. Usled toga se menja i učestanost oscilatora, odnosno ostvaruje frekvencijska modulacija. FM signal sa izlaza VF oscilatora vodi se na pojačavač snage koji obezbeđuje potrebnu izlaznu snagu predajnika.



Slika 2.4. Blok-šema FM predajnika

Oblici napona u FM predajniku prikazani su na slici 2.5. Na slici 2.5-a je NF modulišući signal. Frekvencijska modulacija započinje u trenutku t_0 i učestanost predajnika počinje da se menja, kao što je prikazano na slici 2.5-b: dok trenutna vrednost NF signala raste, raste i učestanost predajnika, kad se trenutna vrednost smanjuje - smanjuje se i učestanost. Kao što se vidi na slic 2.5-c, informacija (NF signal) se nalazi u promeni učestanosti nosioca.

Učestanosti nosioca radiodifuznih FM predajnika (predajnika koji emituju program za veliki broj slušalaca) nalaze se u opsegu od 88 MHz do 108 MHz, a maksimalna promena učestanosti predajnika (pri modulaciji) je ±75 kHz. Zbog toga, kao i u slučaju AM signala na slici 2.3, FM signal na slici 2.5-b bi morao da bude mnogo, mnogo "gušći", ali bi tada slika bila u obliku crnog pravougaonika.



Slika 2.5. Talasni oblici napona kod frekvencijske modulacije: a-modulišući signal, b-FM signal, c-promena učestanosti nosioca

2.3. Talasni opsezi (područja)

Pri razmatranju problema u vezi sa uspostavljanjem radio-veze na većim rastojanjima, potrebno je imati u vidu da između elektromagnetnih talasa različitih učestanosti postoje značajne razlike. Tako, na primer, talasi niskih učestanosti (ispod 500 kHz) mogu da se savijaju i prate Zemljinu krivinu, dok se talasi visokih učestanosti, slično svetlosti, kreću pravolinijski, neki talasi se odbijaju od jonosfere, a drugi prolaze kroz nju itd.

Prema karakteristikama prostiranja, radio-talasi se dele na nekoliko grupa: duge, srednje, kratke i ultrakratke. Granice između područja nisu oštre, talasi, kako im učestanost raste, postepeno gube jedne, a primaju druge osobine. Ova podela prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1

Područje	Učestanost	Talasna dužina
Dugi talasi (LF)	30 - 300 kHz	10 km - 1 km
Srednji talasi (MF)	300 - 3000 kHz	100 m - 100 m
Kratki talasi (HF)	3 - 30 MHz	100 m - 10 m
Ultrakratki talasi		
a. Metarski (VHF)	30 - 300 MHz	10 m - 1 m
b. Decimetarski (UHF)	300 - 3000MHz	100 cm - 1 cm
c. Centimetarski (SHF)	3 - 30 GHz	10 cm - 1 cm
d. Milimetarski (EHF)	30 - 300 GHz	10 mm - 1 mm

* LF - niske učestanosti, MF - srednje učestanosti, HF - visoke učestanosti, VHF - vrlo visoke učestanosti, UHF - ultra visoke učestanosti, SHF - super visoke učestanosti, EHF - ekstra visoke učestanosti. Talasi kraći od 30 cm se nazivaju i mikrotalasi.

U trećoj koloni tabele su date talasne dužine. Talasna dužina ( ) je rastojanje koje talas, prostirući se brzinom svetlosti ($c=3\cdot10^8$ m/s), pređe za vreme koje je jednako njegovoj periodi oscilovanja (T): $=c\cdot T$. Kada se ima u vidu da je učestanost talasa $f=1/T$, lako se dolazi do poznatog obrasca koji daje vezu između talasne dužine i učestanosti:

$$=\frac{c}{f}.$$

Pomoću ovog obrasca se izračunava talasna dužina kada je poznata učestanost i obrnuto. Na primer, talasna dužina FM predajnika koji emituje na učestanosti $f=100$ MHz je $=3\cdot10^8/100\cdot10^6=$ 3m. Slično tome, talasna dužina Radio Beograda 1 je $=439$ m, pa je njegova učestanost jednaka $f=3\cdot10^8/439=684$ kHz.

Radio-difuzija se vrši u pojedinim delovima opsega navedenih u tabeli 1, njihove granične učestanosti (zaokružene vrednosti) su:

DT (dugi talasi)..............150 kHz (2 km) - 300 kHz (1 km)
ST (srednji talasi)..........500 kHz (600 m) - 1500 kHz (200 m)
KT (kratki talasi)............6 MHz (50 m) - 20 MHz (15 m)
UKT (ulatrakratki talasi)...88 MHz (3,4 m) - 108 MHz (2,78 m)

Na DT, ST i KT koristi se amplitudska, a na UKT frekvencijska modulacija.

Učestanosti (u kilohercima) nekih naših i stranih radio-predajnika iz oblasti srednjih talasa, koji mogu da posluže pri podešavanju radio-prijemnika o kojima će biti reči u ovoj knjizi, su: Užice-531, Prijedor-576, Temišvar-630, Sombor-666, Beograd1-684, Negotin-693, Šabac-702, Niš-711, Kruševac-738, Aranđelovac-792, Novi Sad-837, Bukurešt-855, Podgorica-882, Studio B2-900, Smederevo-945, Čačak-981, Bor-981, Požarevac-990, Kladovo-999, Beograd2-1008, Aleksinac-1008, Kragujevac-1026, Novi Pazar-1062, Novi Sad2-1107, Smederevska Palanka-1179, Majdanpek-1206, Mladenovac-1215, Srbobran-1269, Loznica-1296, Vranje-1296, Zaječar-1341, Studio B-1350, Valjevo-1368, Jagodina-1440, Kraljevo-1458, lokalni predajnici malih snaga-1485, Prijepolje-1584, Leskovac-1602.

3.

DIREKTNI RADIO-PRIJEMNICI

3.1. Najjednostavniji radio-prijemnik

Svaki radio-prijemnik mora da ima prijemnu antenu. To je električni provodnik u kome se pod dejstvom elektromagnetnih polja raznih radio-predajnika, indukuju naponi različitih učestanosti i amplituda. Pored njih, u anteni postoje i naponi koji se indukuju pod dejstvom elektromagnetnih polja koje stvaraju različiti izvori smetnji kao što su elektromotori, razni kućni aparati, svećice automobilskih motora, kao i svi drugi električni uređaji u kojima tokom rada dolazi do uspostavljanja i prekidanja električne struje, kao i naponi koji se stvaraju pod dejstvom elektromagnetnih polja koja stižu iz svemira i elektromagnetnih polja koja se stvaraju u Zemljinoj atmosferi. Osnovne uloge radio-prijemnika su da:

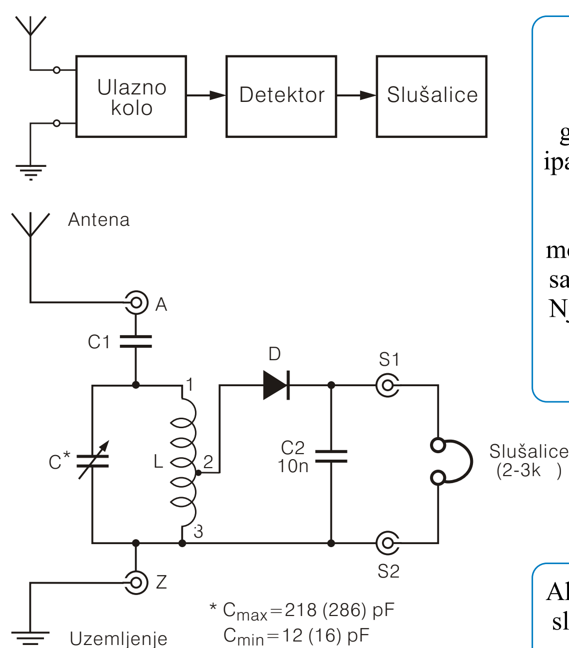
a. iz mnoštva napona u anteni izdvoji signal (napon) radio stanice na koju je podešen, a sve ostale signale potisne (oslabi) u što većoj meri,

b. pojača taj izdvojeni signal i iz njega izdvoji informaciju i

c. reprodukuje informaciju, tj. vrati je u njen originalni oblik.

Sve navedene poslove mora da obavi i najjednostavniji radio o kome je reč u ovom odeljku, a čije su blok i električna šema prikazana na slici 3.1. To je čuveni detektorski prijemnik ili, skraćeno, detektor. U njemu se selekcija (izdvajanje signala stanice) i naponsko pojačanje obavlja u oscilatornom kolu koje čine kondenzator C i kalem L, izdvajanje informacije (govora ili muzike) iz AM signala stanice u detektoru koji čine dioda D, kondenzator C2 i otpornost slušalica, a vraćanje informacije u njen originalni oblik u slušalicama.

Glavne prednosti ovog uređaja su u njegovoj izuzetnoj jednostavnosti i činjenici da za njegov rad nije potreban nikakav dodatni izvor energije. Potrebnu energiju on dobija iz antene pa je za dobar rad neophodna dovoljno dugačka, bar desetak metara, spoljna antena. Korisno je imati i dobro uzemljenje. Bez njega se može ali je sa njim prijem ipak bolji, naročito kad su u pitanju udaljeni predajnici i predajnici manjih snaga.



Slika 3.1. Blok-šema i električna šema detektorskog radio-prijemnika

Radio-prijemnik na slici 3.1 je stvarno izuzetno jednostavan . Masovno je korišćen u prvim godinama radio-difuzije. Ali, da li, ipak, može da bude još jednostavniji? Može. U blizini emisione antene nekog AM predajnika prijem je moguć i pomoću prijemnika koji ima samo diodu i visokoomske slušalice. Njime je, do proleća 1999., mogao u Beogradu i okolini da se čuje program Beograda 1.



Ako se na slici 3.1 koriste kristalne (keramičke) slušalice tada je C2=100 pF, a paralelno njemu treba dodati otpornik od 500 k .

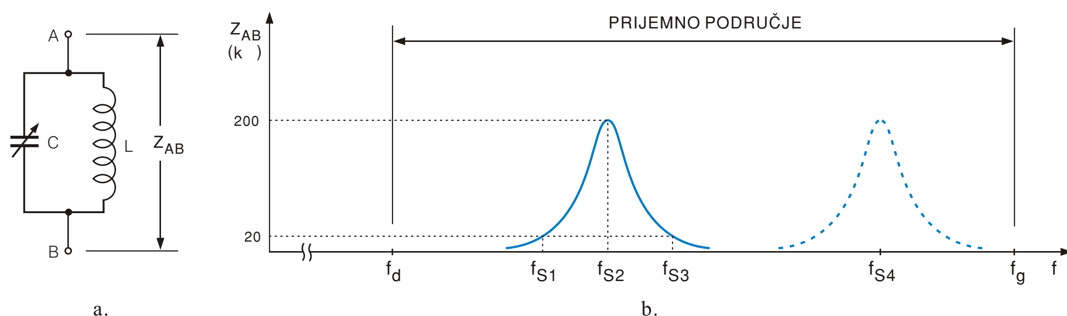


3.1.1. Ulazno kolo

Kondenzator preko koga se u prijemnik dovode signali iz antene, tzv. sprežni kondenzator C1, promenljivi kondenzator C i kalem L obrazuju ulazno kolo radio-prijemnika. Njegova osnovna uloga je da iz mnoštva napona raznih učestanosti i veličina, koje u anteni stvaraju razni radio-predajnici, kao i razni izvori smetnji, izdvoji signal stanice na koju je predajnik podešen, pojača ga i preda detektoru.

Da bi se bolje razumeli zahtevi koje treba uvažavati pri praktičnoj realizaciji ulaznog kola neophodno je poznavati osnovne karakteristike kola koje obrazuju kondenzator C i kalem L. To kolo se naziva paralelno oscilatorno kolo i prikazano je na slici 3.2-a. Veličina njegove impedanse (otpornosti za naizmeničnu struju) između tačaka A i B, koja je obeležena sa Z_{AB}, zavisi od učestanosti, kao što je prikazano na dijagramu na slici 3.2-b. Najvažnija karakteristika ovog kola je rezonantna učestanost, koja je data Tomsonovim obrascem:

$$f_r = \frac{1}{2\ \sqrt{LC}}.$$



a. b.

Slika 3.2. a-paralelno oscilatorno kolo, b-zavisnost impedanse paralelnog oscilatornog kola od učestanosti

Kao što se vidi, veličina rezonantne učestanosti zavisi od veličine kapacitivnosti kondenzatora C i induktivnosti kalema L i menja se promenom jedne od njih. U našem prijemniku koristi se kondenzator promenljive kapacitivnosti, koja može da se menja u granicama od C_{max} do C_{min}. Zbog toga se rezonantna učestanost kola menja u granicama od f_d (donja granična učestanost) do f_g (gornja granična učestanost). Ove dve učestanosti su date izrazima:

$$f_d = \frac{1}{2\ \sqrt{LC_{max}}} \quad \text{i} \quad f_g = \frac{1}{2\ \sqrt{LC_{min}}}.$$

Oblast učestanosti između f_d (donja granična učestanost) i f_g (gornja granična učestanost) je prijemno područje ulaznog kola, kao što je prikazano na slici 3.2-b. Na toj slici su sa f_{S1}, f_{S2}, f_{S3} i f_{S4} obeležene učestanosti nosilaca četiri radio-predajnika. Rezonantna učestanost oscilatornog kola je, pomoću konenzatora *C*, podešena da bude jednaka učestanosti nosioca druge stanice: f_r=f_{S2}. U tom slučaju je zavisnost impedanse Z_{AB} od učestanosti prikazana punom krivom linijom. Kao što se vidi, za signale svih predajnika čiji nosioci imaju učestanosti manje od f_{S1} i veće od f_{S3} impedansa Z_{AB} je manja od 20 k , dok je za stanicu na koju je kolo podešeno jednaka 200 k . Zamislimo sada da je paralelno oscilatorno kolo povezano sa antenom i uzemljenjem kao na slici 3.1-b. Zamislimo, dalje, da u anteni postoje četiri napona istih veličina koje su stvorila četiri radio-predajnika, čije su učestanosti f_{S1},f_{S2}, f_{S3} i f_{S4}. Pošto ovi naponi postoje između antene i zemlje, kroz oscilatorno kolo će teći četiri struje: I_{S1}, I_{S2}, I_{S3} i I_{S4}. Naponi koje one stvaraju na oscilatornom kolu, između tačaka A i B, su, prema Omovom zakonu, jednaki proizvodu struje i impedanse: U_{AB}=$I \cdot Z_{AB}$. Prema slici 3.2-b, za struju I_{S2} impedansa kola je Z_{AB}=200 k , a za struje I_{S1} i I_{S3} je deset puta ma nja. To znači da da će napon koji na oscilatornom kolu stvara predajnik koji emituje na učetanosti f_{S2} biti deset puta veći od napona koji stvaraju predajnici koji emituju na učestanostima f_{S1} i f_{S3}. Na taj način se pomoću oscilatornog kola ostvaruje selekcija jedne stanice.

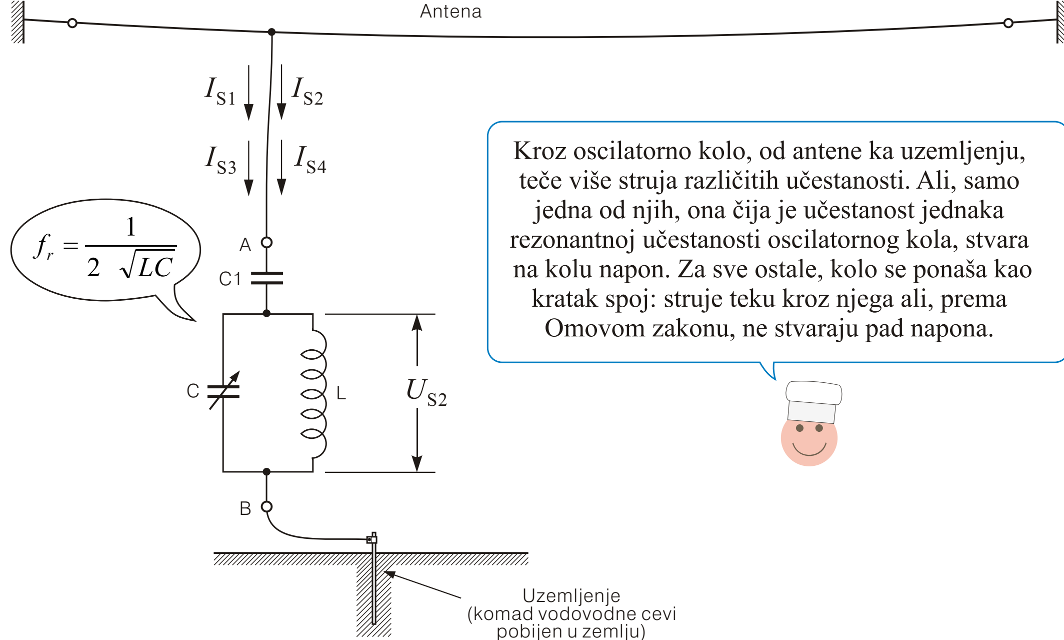
Prelazak na neku drugu stanicu se ostvaruje menjanjem kapacitivnosti kondenzatora C, dok se ne podesi da je rezonantna učestanost oscilatornog kola jednaka nosećoj učestanosti te druge stanice. Ako je to, prema slici 3.2-b, učestanost f_{S4} tada impedansu oscilatornog kola predstavlja isprekidana kriva linija, pa se na krajevima kola dobija napon stanice koja emituje na učestanosti f_{S4}, a ostale stanice bivaju potisnute.

Na prvi pogled sve je kako treba da bude: paralelno oscilatorno kolo izdvaja jednu i potiskuje sve ostale stanice. Na žalost, u stvarnosti nije tako. Pre svega, radio-predajnici rade sa različitim izlaznim snagama i nalaze se na različitim geografskim udaljenostima od radio-prijemnika, pa se naponi koje oni stvaraju u prijemnoj anteni veoma mnogo razlikuju po jačini. Jasno je da takvi mnogo jači signali "prekrivaju" slabe signale i prijem ovih drugih nije moguć. Na primer, ako je radio-predajnik koji emituje na učestanosti fs1 geografski mnogo bliži našem radio-prijemniku od predajnika koji radi na fs2, tada napon koji on stvara u prijemnoj anteni može da bude dvesta puta veći od napona koji stvara onaj drugi predajnik. Oscilatorno kolo će da obavi svoju ulogu na opisani način, ali će na njegovim krajevima napon prvog predajnika i dalje da bude veći (dvadeset puta) od drugog predajnika na koji je prijemnik podešen i normalan prijem nije moguć. Postoje i drugi problemi u čije rešavanje se nećemo upuštati, a zainteresovane čitaoce upućujemo na knjigu "Radio-prijemnici", Miomira Filipovića, u izdanju Zavoda za udžbenike i nastavna sredstva iz Beograda.

Kao rezime dosadašnjeg izlaganja, pogledajte na slici 3.2-c, kako je veseli kuvar lepo razumeo i upamtio celu prethodnu priču.

Ovaj dole sjajno poznaje teoriju telekomunikacija, još malo pa kao da je završio ETŠ "Nikola Tesla". Ali, zato, što se tiče kuvanja, još malo pa kao Lukrecija B.

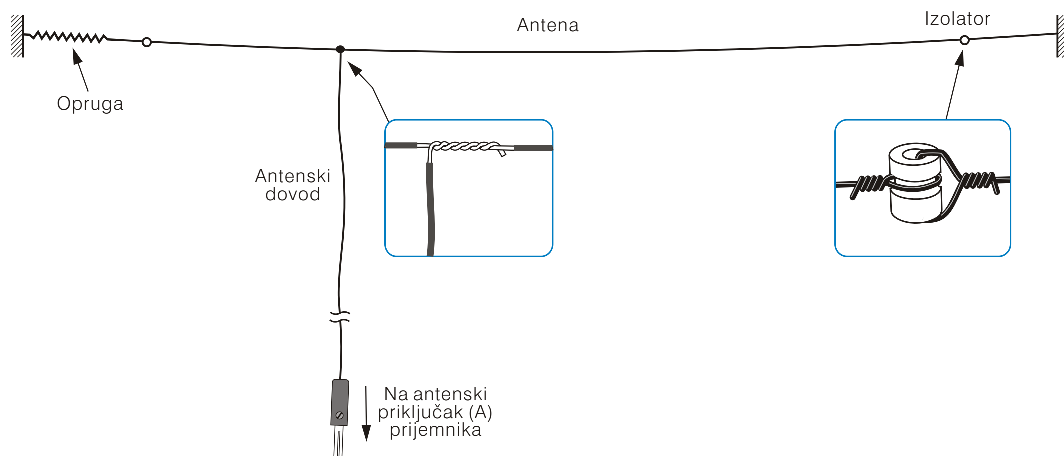




Slika 3.2-c. Princip rada ulaznog kola

3.1.2. Antena

Dovoljno dugačka spoljna antena, u kojoj će radio-predajnici indukovati dovoljno velike napone, je izuzetno značajna za dobar rad jednostavnih radio-prijemnika. Na prvi pogled čini se da može da se korisit i neka sasvim skromna antena u obliku komada žice, a da se u prijemnik ubaci pojačavač koji će da pojača signale stanica, tako da oni budu veliki kao u slučaju znatno bolje antene. Nije tako, jer svaki pojačavač stvara šum koji pogoršava, a u slučaju vrlo slabih signala, i onemogućava prijem. Otuda i potiče radio-amaterska izreka "antena je najbolji VF pojačavač". Spoljna antena se pravi od bakarne žice, dovoljno debele da se ne prekine pri jakom vetru. U mehaničkom smislu, najbolje je koristiti licnastu žicu tj. žicu koja je napravljena upredanjem većeg broja tankih bakarnih žica. Ako je žica izolovana, izolaciju ne treba skidati jer ona ne predstavlja prepreku za elektromagnetne talase. Dužina antene se određuje u skladu sa zakonom ŠD-TB (Što Duža - To Bolja). Antena koju smo mi koristili pri testiranju prijemnika opisanih u ovom broju bila je dugačka šest metara (toliko je dugačka Laboratorija za radio-prijemnike u "Tesli", u kojoj je ta antena razapeta), ali, ako imate mogućnosti, bolje je da antena bude još duža. (Autor ovih redova ima prijatelja čija je antena dugačka oko 30 metara). Antenu treba što je moguće više udaljiti od izvora električnih smetnji (od žica gradske električne mreže, raznih električnih uređaja u domaćinstvu, automobila, elektromotora itd.). U tom smislu, najbolje mesto je krov zgrade. Žicu (slika 3.3) treba razapeti između dva dimnjaka, između dimnjaka i nekog stuba, između dva za tu svrhu



Slika 3.3. Spoljna antena

montirana stuba, između dve zgrade, zgrade i nekog stuba u dvorištu itd. U svim slučajevima imajte u vidu da, ma koliko da je jaka, žica može da se prekine pri velikom nevremenu, i da pri tome NIKAKO ne sme da padne na vodove električne mreže, telefonske vodove i sl. ili da prouzrokuje neku drugu štetu. Ako krov zgrade nije od lima, tavan je takođe dobro mesto za antenu. Antenu možete da razapnete između krajeva dve jače letve zakucane za ragastove dva udaljena prozora svoga stana. U krajnjem slučaju, antenu možete da montirate i između dva zida u sobi.

Antena mora da bude u električnom pogledu izolovana od nosača za koje je

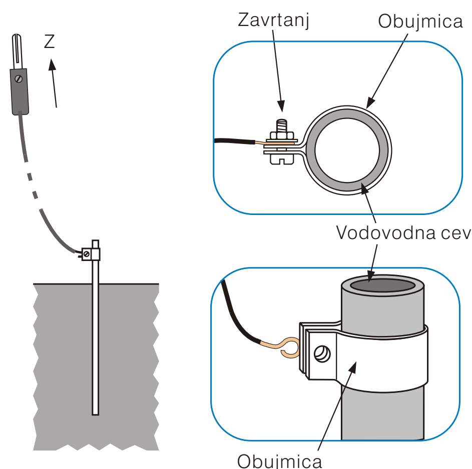
pričvršćena. U amaterskim uslovima izolatori se prave od komada plastične cevi sa debljim zidom u koji se, prema slici 3.3, okruglom turpijom ureže kanal, da žica ne bi skliznula.

Antenski dovod je komad žice kojim se signali prenose od antene do prijemnika. Ova žica treba da bude izolovana i postavljena tako da ne dodiruje zid zgrade, da je što dalje od metalnih delova kao što su oluci, uzemljenje zgrade i sl.

I, na kraju ovog dela, recimo da se u prenosnim prijemnicima koriste feritne antene, o kojima će kasnije biti više reči.

3.1.3. Uzemljenje

Uzemljenje radio-prijemnika se, kao i sve druge vrste uzemljenja, ostvaruje tako što se masa prijemnika (tačka Z na slici 3.1), pomoću bakarne žice, spoji sa zemljom. Bez uzemljenja se može ali je sa njim prijem ipak bolji, naročito kad se radi o sasvim jednostavnim uređajima, kakav je i onaj sa slike 3.1-a. Odlično uzemljenje je vodovodna instalacija (ne i instalacija centralnog grejanja) ali je ona najčešće neprikladna za korišćenje. (Nema te domaćice koja bi pristala da joj se kroz stan, od kupatila do neke sobe, vuče nekakva žičurina). Odlično uzemljenje je i uzemljenje koje postoji u šuko utikačima električne mreže, ali njega nikako NE treba koristiti, jer postoji opasnost od strujnog udara, koji može da bude smrtonosan. Ako živite u prizemlju, a ispod vašeg prozora je gola zemlja, tada dobro uzemljenje možete sami da napravite tako što ćete, prema slici 3.4, u zemlju da pobijete komad vodovodne cevi dužine oko 80 cm, na čiji gornji kraj ćete, pomoću obujmice i zavrtnja sa maticom, da pričvrstite kraj žice preko koje se prijemnik povezuje sa uzemljenjem.



Slika 3.4. Uzemljenje

3.1.4. Komponente

a. Na slici 3.1-a, slovima A, Z, S1 i S2 su obeležene buksne (utičnice) preko kojih se na prijemnik priključuju antena (A), uzemljenje (Z) i slušalice (S1 i S2). Pošto se kutija u koju se smešta detektor pravi od izolacionog materijala (šper-ploča, plastika i sl.), koriste se najjednostavnije metalne buksne, mada se u radnjama lakše nalaze buksne sa plastičnim dodacima koji omogućuju montažu i na metalne kutije. Ove buksne takođe mogu da se koriste, ali su one znatno skuplje.

b. Kondenzator C1 je sprežni kondenzator preko koga se signali stanica iz antene dovode u oscilatorno kolo. Veličina njegove kapacitivnosti zavisi od dužine antene, a nalazi se u granicama od nekoliko pikofarada (antena dužine veće od deset metara) do nekoliko desetina pikofarada (antena dužine nekoliko metara). Optimalna vrednost se nalazi eksperimentom. Svaka prijemna antena se ponaša kao generator napona koji ima svoju unutrašnju otpornost i kapacitivnost. Otpornost antene prigušuje oscilatorno kolo i smanjuje njegovu selektivnost (što se manifestuje kao "mešanje" stanica) i osetljivost (što se manifestuje kao smanjenje jačine signala), a kapacitivnost antene smanjuje širinu prijemnog područja. Tačnije rečeno, kapacitivnost antene smanjuje gornju graničnu učestanost prijemnog područja (na slici 3.2), tako da nije moguć prijem stanica koje se nalaze blizu ove učestanosti. Obe ove pojave su štetne i dolaze do izražaja utoliko manje ukoliko je kapacitivnost C1 manja. Sa druge strane, ukoliko je kapacitivnost kondenzatora C1 manja, manji je i signal koji preko njega stiže iz antene, pa je prijem slabiji. Kao što se vidi, mora da se ide na kompromisno rešenje, tj. mora da se pronađe kapacitivnost pri kojoj signali iz antene neće biti mnogo oslabljeni i da, istovremeno, selektivnost i širina prijemnog područja ne budu suviše smanjeni. Za početak stavite kao C1 kondenzator kapacitivnosti oko 30 pF. Podesite se, pomoću C, na neke od stanica koje možete da primite. Ako su među njima sve stanice koje vas interesuju, a najjača od njih ne ometa prijem ostalih - sve je u redu. Probajte sa kondenzatorom C1 veće kapacitivnosti. Prijem će postajati glasniji, povećavajte C1 sve dok je, menjanjem C, moguć prijem stanica koje vas interesuju i koje mogu da se prime u vašem mestu, a da se pri tome neka jaka ili lokalna stanica ne meša pri prijemu drugih stanica. Ali, ako prijem neke stanice koja je blizu nije moguć, treba probati sa manjim C1. Na opisani način treba pronaći najveću kapacitivnost kondenzatora C1, pri kojoj se ostvaruje optimalan prijem i u pogledu selektivnosti i u pogledu širine prijemnog područja. Najjednostavnije je da se kao C1 koristi trimer kondenzator kapacitivnosti od nekoliko pikofarada do nekoliko desetina pikofarada i da se promenom njegove kapacitivnosti ostvari optimalan prijem. Pri tome, kad god se kapacitivnost trimera postavi na novu vrednost treba, pomoću C, ponovo podesiti prijemnik na stanicu.

c. Kalem je jedna od komponenata koje ne mogu da se kupe u prodavnicama, pa mora da se napravi. Njegova glavna karakteristika je induktivnost L. Kao primer, pogledaćemo kako se praktično realizuje kalem prijemnika za stanice iz oblasti srednjih talasa čije su granične učestanosti f_d=540 kHz i f_g=1620 kHz. Veličina induktivnosti se računa po već pominjanom Tomsonovom obrascu (koji se reši po L):

$$L = \frac{1}{4\ \ ^{2} f_g^2 (C_{\min} + C_s)},$$

u kome je sa C_s obeležena tzv. štetna kapacitivnost. Tu kapacitivnost čine kapacitivnost trimer kondenzatora (njegova srednja vrednost) koji se vezuje paralelno promenljivom konnzatoru C, ulazna kapacitivnost sledećeg stepena prijemnika u koji se vodi signal iz ulaznog kola, preslikana kapacitivnost antene, kapacitivnost kalema i kapacitivnost veza između komponenata ulaznog kola. Veličina ove kapacitivnosti nije unapred poznata, pa se njena veličina pretpostavi. Sa tom vrednošću se izračuna induktivnost L, napravi se kalem te induktivnosti i napravi ulazno kolo. Greška (ako nije suviše velika) koja se napravi pri pretpostavljanju kapacitivnosti C_s, kompenzuje se pomoću trimer kondenzatora. U svim našim projektima smo koristili promenljivi kondenzator koji ima minimalnu kapacitivnost C_{min}=12 pF. Pretpostavili smo da je C_s=15 pF. Tada je:

$$L = \frac{1}{40\ \ 1{,}62^2\ \ 10^{12}\ \ (12\ \ 10\ \ ^{12} + 15\ \ 10\ \ ^{12})} = 353\ \ \ H.$$

Napravili smo ovaj kalem, povezali ga sa ostalim komponentama sa slike 3.1 i posle malo eksperimentisanja i merenja došli do zaključka da njegova induktivnost treba da bude nešto manja. Odmotali smo nekoliko zavojaka, ponovo proverili širinu prijemnog područja, zatim još malo odmotali pa ponovo proveril, i posle nekoliko provera i odmotavanja došli do rešenja. Sa promenljivim kondenzatorom koji će biti opisan u sledećem paragrafu, ranije navedeno prijemno područje se ostvaruje sa induktivnošću L=330 H (mikrohenrija).

Kalemsko telo tj. telo na kome se mota kalem, je u obliku valjka od nekog izolacionog materijala. Mi smo u tu svrhu iskoristili kartonski kalem na kome je bila namotana aluminijumska folija koja se koristi u domaćinstvima za uvijanje hrane koja se stavlja u zamrzivač, čiji je prečnik 3,2 cm. Potreban broj zavojaka i prečnik žice se računaju po obrascima na slici 3.5.

$l=nd$

D

$$L(\ H) = \frac{D^2 n^2}{46D + 102l}$$ - induktivnost

$$n = \frac{\sqrt{L(46D+102l)}}{D}$$ - broj navojaka

$$d = \frac{l}{n}$$ - prečnik žice

* D = Spoljni prečnik kalemskog tela + d
* D i l - u centimetrima
* Formule važe pod uslovom da je $l>0{,}4D$

Slika 3.5. Obrasci za proračun induktivnosti i broja zavojaka kalema

Ovi obrasci se koriste tako što se dužina kalema (l) usvoji. Ako se, kasnije, ispostavi da ta dužina nije dobro usvojena, jer bi bila potrebna previše debela ili previše tanka žica, usvoji se nova dužina i proračun ponovi. Usvojimo da je dužina kalema l=4 cm. Broj zavojaka i prečnik kalema su:

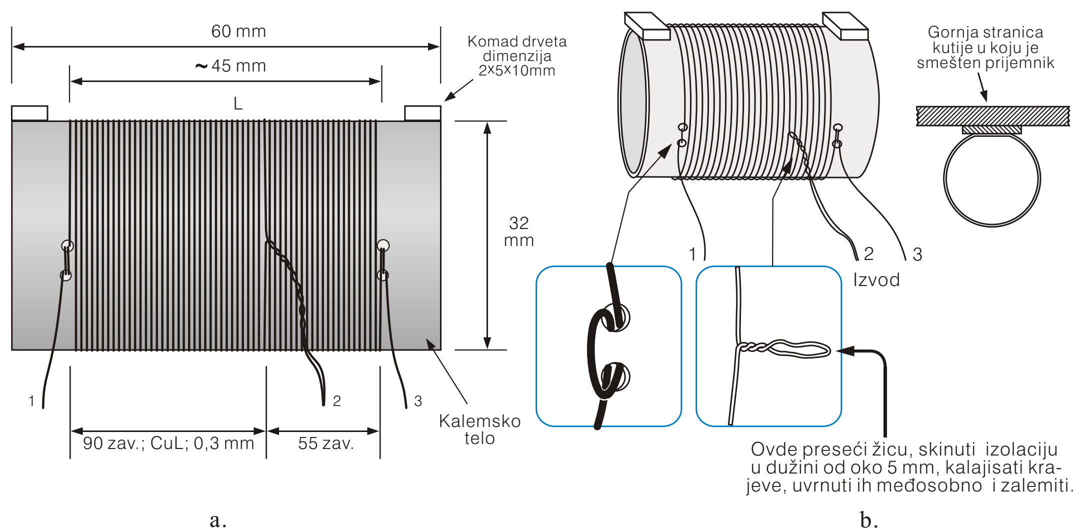
$$n = \frac{\sqrt{330\ \ (46\ \ 3{,}2 + 102\ \ 4)}}{3{,}2} = 134$$

$$d = \frac{40\,mm}{134} = 0{,}298\,mm$$

Pošto se žica ovog prečnika ne proizvodi, usvajamo najbližu postojeću vrednost, d=0,3 mm . U tom slučaju će i dužina l da bude malo veća, a time i broj zavojaka. Posle nekoliko ponovljenih proračuna i kasnije provere induktivnosti gotovog kalema, došli smo do n=144 zavojaka bakarne žice izolovane lakom (oznaka takve žice je CuL), prečnika d=0,3 mm.

Izgled ovog kalema je na slici 3.6. Kao što se vidi, u kalemskom telu su, pomoću šila, izbušene dve rupice kroz koje se dva puta provuče početak žice, Namota se 90 zavojaka, napravi izvod, namota se još 55 zavojaka i kraj žice dva puta provuče kroz druge dve rupice. Izvod se pravi tako što se žica uvrne više puta. Zatim se žica preseče i sa krajeva skine izolacija u dužini oko 5 mm, ovi krajevi se kalajišu, uvrnu jedan oko drugog i zaleme. (Izolacija se najlakše skida tako što se prvo nagori pomoću upaljača za cigarete, a zatim pažljivo ostruže pomoću noža). Na krajeve kalema se zaleme dva mala komada od drveta, koji se, pri montaži kalema u kutiju, zalepe za gornju horizontalnu stranu kutije u kojoj je smešten prijemnik, kao što je prikazano u krajnjem desnom delu slike 3.6-b.

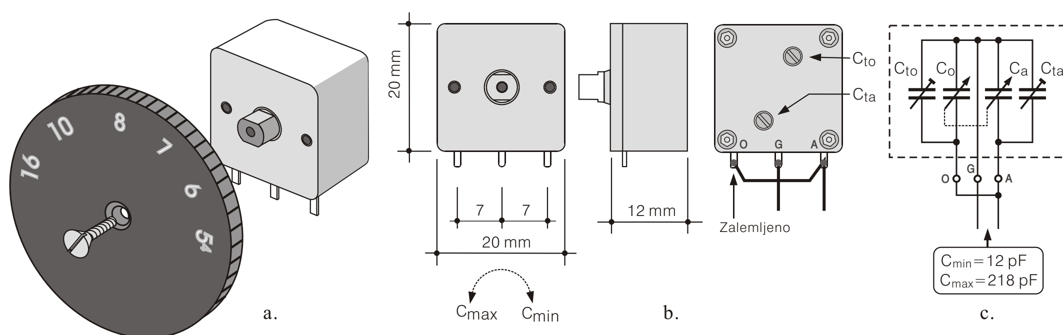
Ako se koristi kalem drugačijeg prečnika, treba imajti u vidu da se potrebna



Slika 3.6. Kalem ulaznog kola radio-prijemnika: a-dimenzije, b-izgled i detalji

induktivnost sa kalemskim telom čiji je prečnik veći od 3,2cm, ostvaruje sa brojem zavojaka koji je manji od 144 i obrnuto, sa telom čiji je prečnik manji od 3,2cm - sa brojem zavojaka većim od 144. (Veći prečnik manji broj zavojaka i obrnuto.)

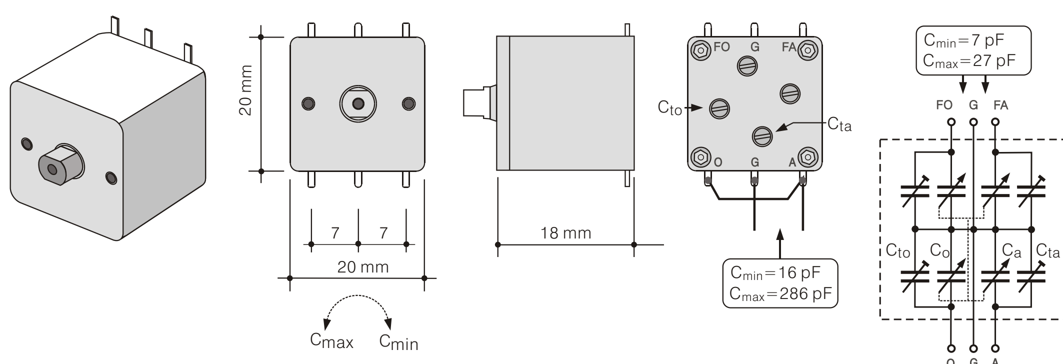
d. Promenljivi kondenzator *C* se teško nalazi u prodavnicama, pa smo u svim prijemnicima opisanim u ovom broju P. E. koristili promenljivi kondenzator koji smo izvadili iz jednog rashodovanog fabričkog džepnog radio-prijemnika za srednje talase, koji je prikazan na slici 3.7. Na slici 3.7-a je kondenzator zajedno sa točkom na kome su ugravirani brojevi koji pomnoženi sa 100 kHz predstavljaju učestanosti na koje taj prijemnik može da se podesi. Na slici 3.7-b je izgled kondenzatora gledan spreda, sa strane i otpozadi. Na slici 3.7-c je električna šema. Kao što se vidi, u zajedničkom kućištu se nalaze dva promenljiva kondenzatora C_o i C_a, i dva njima paralelno vezana trimer kondenzatora, C_{to} i C_{ta}. Isprekidana



Slika 3.7. Promenljivi kondenzator ulaznog kola AM prijemnika: a-izgled, b-dimenzije, c-kapacitivnost

linija simbolično prikazuje da su ploče rotora promenljivih kondenzatora spojene sa zajedničkom osovinom, tako da se, pri okretanju točka, njihove kapacitivnosti menjaju istovremeno. Za našu primenu, sva četiri kondenzatora su vezana u paralelu, tako što su komadom žice spojene nožice označene sa O i A. Trimeri su postavljeni u položaj minimalne kapacitivnosti. Na taj način je dobijen promenljivi kondenzator čija kapacitivnost može da se menja u granicama od C_{min}=12 pF do C_{max}=218 pF.

U fabričkim radio-prijemnicima koji, pored stanica iz oblasti srednjih talasa, mogu da primaju i stanice iz oblasti UKT (jedan deo njihove skale je obeležen sa AM a drugi sa FM) koristi se promenljivi kondenzator koji je prikazan na slici 3.8. U zajedničkom kućištu se nalaze četiri promenljiva četiri trimer kondenzatora. Ako se ovaj kondenzator koristi u prijemniku sa slike 3.1 (i u većini kasnije opisanih prijemnika), tada se u paralelu vezuju C_{to}, C_o, C_a i C_{ta} čime se dobija promenljivi kondenzator čija se kapacitivnost menja od C_{min}=16pF do C_{max}=286 pF. Ostali kondenzatori se ne koriste.

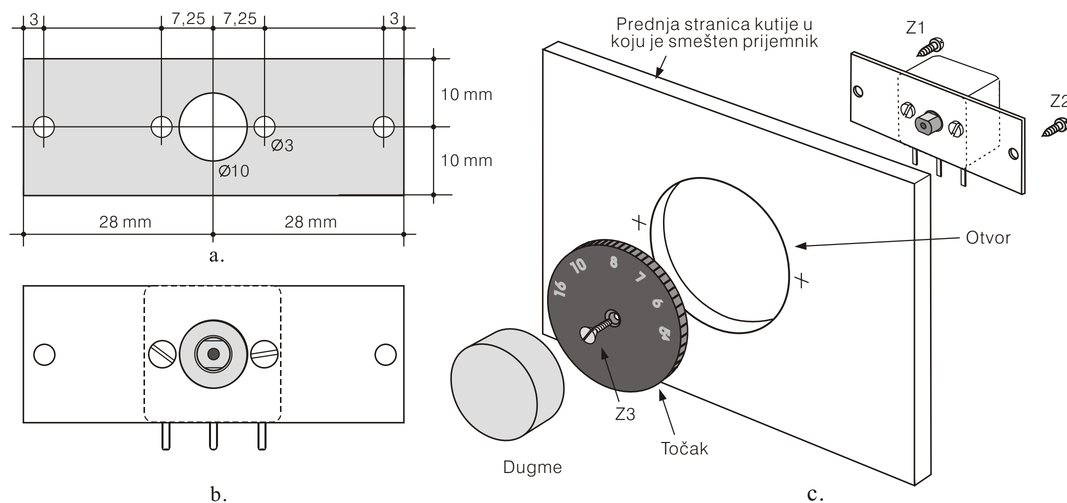


Slika 3.8. Promenljivi kondenzator ulaznog kola AM/FM prijemnika: a-izgled, b-dimenzije, c-kapacitivnost

U svim ulaznim kolima, o kojima će kasnije biti više reči, jedan kraj promenljivog kondenzatora se spaja sa masom uređaja. Kod kondenzatora na slikama 3.7 i 3.8 to je nožica u sredini, obeležena sa *G*.

Pri demontaži promenljivog kondenzatora iz nekog rashodovanog prijemnika, obratite pažnju da vam se ne zagube zavrtanj kojim se na osovinu pričvršćuje točak, i dva zavrtnja kojima se kondenzator pričvršćuje na štampanu ploču, jer se isti takvi teško nabavljaju.

Ako se prijemnik smešta u kutiju čija prednja ploča je napravljena od izolacionog materijala debljine oko 1 mm, tada, za montažu promenljivog kondenzatora, u toj ploči treba probušiti jednu rupu prečnika 10 mm i dve prečnika 3 mm, na rastojanjima kao na slici 3.9-a. Međutim, prednja ploča od nekog debljeg materijala predstavlja problem zbog toga što je osovina kondenzatora na koju se pričvršćuje točak suviše kratka. U tom slučaju, prvo ćete morati da od nekog materijala debljine oko 1 mm napravite pločicu prema skici na slici 3.9-a i da na nju montirate kondenzator prema slici 3.9-b. Na prednjoj ploči treba, prema slici 3.9-c, napraviti okrugao otvor čiji je prečnik malo veći od prečnika točka. Pločica sa



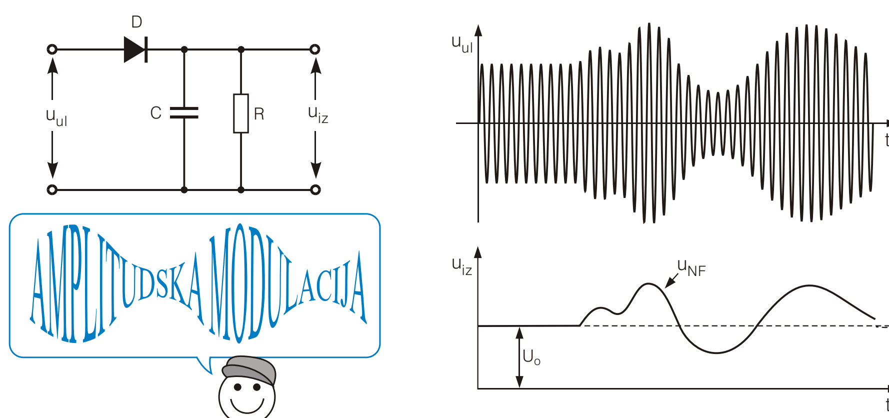
Slika 3.9. Montaža promenljivog kondenzatora: a-dimenzije pločice, b-kondenzator na pločici, c-montaža na prednju ploču prijemnika

kondenzatorom se pričvrsti na prednju ploču pomoću dva mala zavrtnja Z1 i Z2, a točak na osovinu pomoću Z3. (Dok pritežete Z3, drugom rukom treba držati točak, a ne kućište kondenzatora). Na kraju, na točak se zalepi dugme izrezano od deblje šper ploče. Ono nije obavezno, ali doprinosi lepom izgledu uređaja.

Moguće je da se koristi i neki drugačiji promenljivi kondenzator, recimo vazdušni kondenzator opisan u P.E.1. Bitno je da odnos njegove maksimalne i minimalne kapacitivnosti bude što veći, minimalno oko 15, tj. C_{max}/C_{min}>15. Pri njegovom povezivanju treba voditi računa da se, prema slici 3.1, sa masom (tačka Z) spoji rotor (to su ploče kondenzatora koje su mehanički spojene sa osovinom), a sa tačkom 1 kalema - stator.

e. Dioda D, kondenzator C2 i otpornost slušalica obrazuju detektor AM signala koji se zove redni diodni detektor. Kad se na njegov ulaz dovede AM signal stanice na koju je prijemnik podešen, na izlazu se dobija NF signal koji je po obliku isti kao obvojnica AM signala. Primer oblika napona kod rednog detektora prikazan je na slici 3.10. Kada je na ulazu detektora napon u_{ul}, na izlazu je napon u_{iz}. (Korisno je zapaziti da se na izlazu, pored NF napona (muzika, govor itd.) dobija i jednosmerni napon U_0, On se, u složenijim radio-prijemnicima koristi za automatsku regulaciju pjačanja (ARP), optičku indikaciju podešenostina stanicu itd.).

Detektorska dioda D mora da bude GERMANIJUMSKA dioda male snage kao što su AA112, AA116, AA121, 1N21, 1N34, 1N54, 1N78 itd.

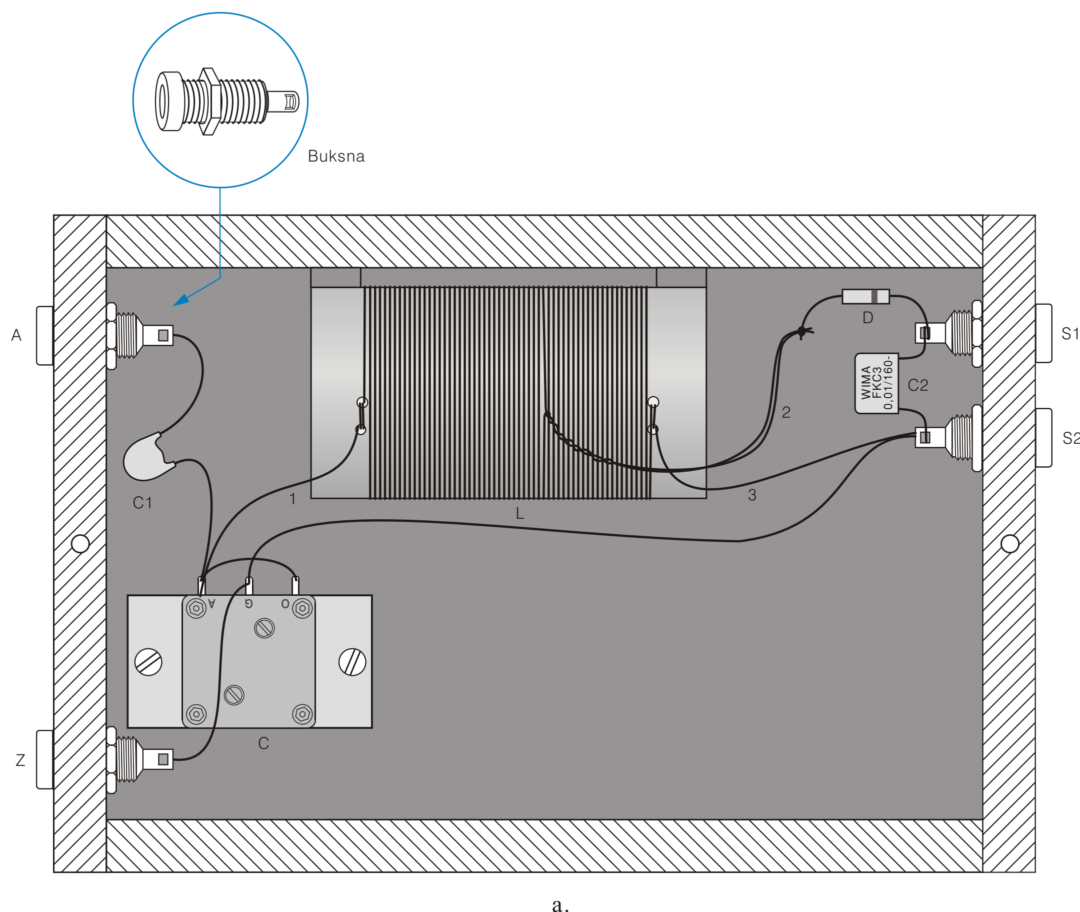


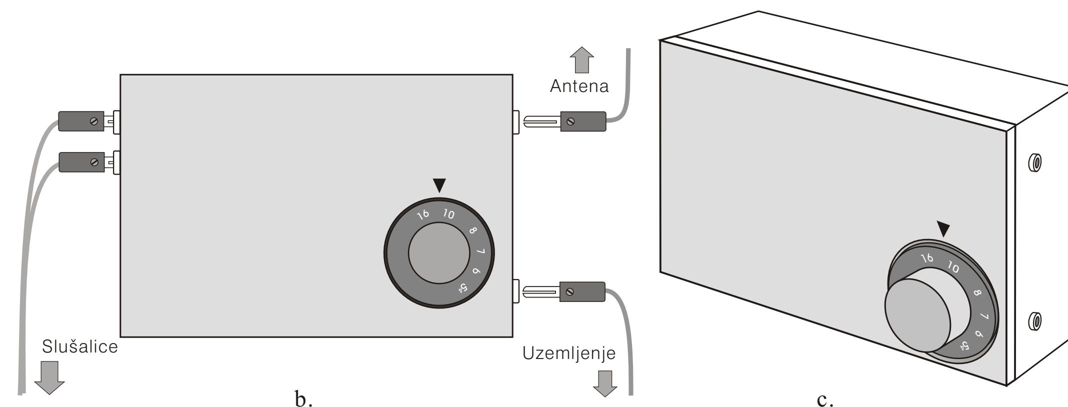
Slika 3.10 Ulazni i izlazni napon kod rednog diodnog detektora

Prozvod kapacitivnosti C i otpornosti R (na slici 3.1, R je otpornost slušalica) treba da je približno jednak 50   s (50 mikrosekundi). To znači da ako koristite otpornik R veće otpornosti (a to je poželjno jer u tom slučaju detektor manje prigušuje oscilatorno kolo), tada treba koristiti kondenzator manje kapacitivnosti. Na primer, ako je R=500 k   tada je C=100 pF, a ako je R=5 k   tada je C=10 nF i sl.

f. Slušalice su elektro-akustički pretvarač pomoću kojih se električni signal pretvara u zvuk. Mi smo koristili starinske elektromagnetne slušalice otpornosti 1,5 k   koje su bile vezane na red, tako da je ukupna otpornost bila 3 k . Prijemnik sa slike 3.1 će utoliko bolje da radi, odnosno detektor će utoliko manje da prigušuje oscilatorno kolo, ukoliko je otpornost slušalica veća, pa je bolje koristiti slušalice veće otpornosti. Ako koristite kristalne slušalice, tada paralelno njima treba dodati otpornik otpornosti nekoliko stotina kilooma. (Postoji vrlo jednostavan način za testranje visokoomskih slušalica. Držite jedan kraj slušalica između prstiju a drugim krajem trljajte po površini nekog velikog metalnog objekta, recimo radijatora. Ako se čuje krčanje i pucketanje, te slušalice će, verovatno, dobro da rade.)

Sve komponente prijemnika sa slike 3.1 treba smestiti u neku kutiju. To može da bude bilo kakva kutija napravljena od nekog izolacionog materijala (plastika, drvo itd.), dovoljno velika da u nju mogu da stanu sve komponente. Kao primer, na slici 3.11 je prikazan prijemnik koji je smešten u kutiju napravljenu od šper ploče. Gornja, donja i bočne strane su od šper ploče debljine 5 ÷ 10 mm. Prednja i zadnja strana se prave od nekog tanjeg materijala, koji omogućuje jednostavniju montažu promenljivog kondenzatora. Odmah se vidi da je kutija bar dva puta veća nego što bi mogla da bude. To je urađeno zbog preglednosti crteža, a i zbog toga da bi bila dovoljno velika za smeštanje prijemnika koji će biti opisani kasnije.





Slika 3.11. Praktična realizacija detektorskog prijemnika sa slike 3.1-a:
a-raspored komponenata u kutiji, b-pogled na prednju stranu, c-3D izgled

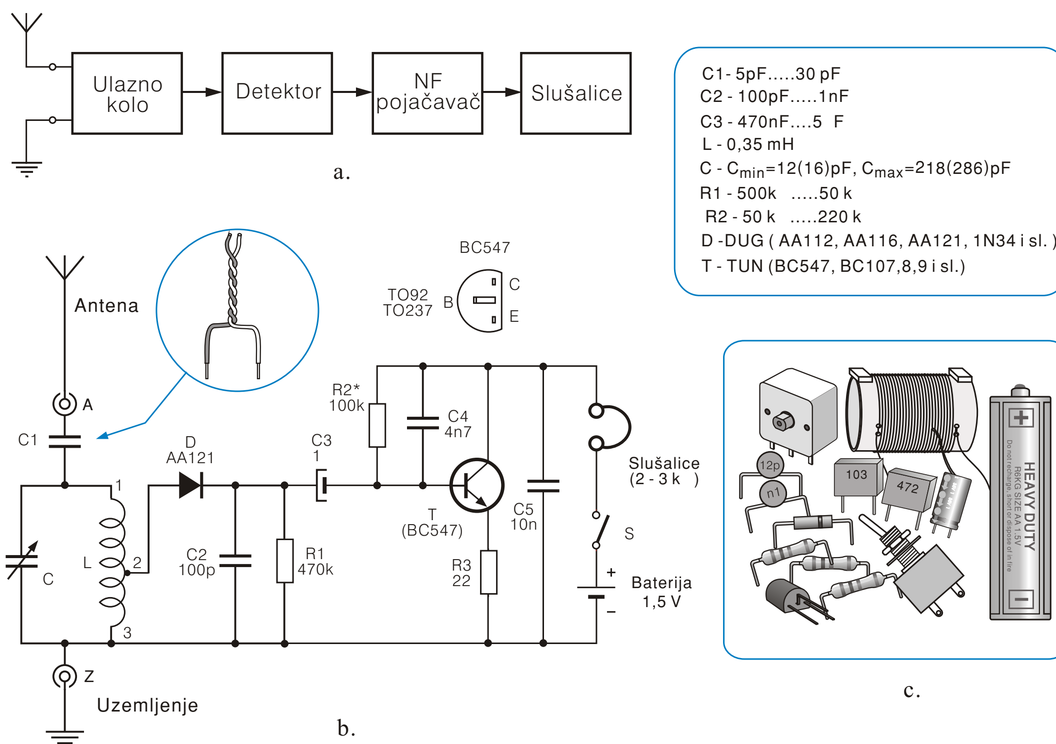
Ako je prednja strana kutije od šper ploče, montaža promenljivog kondenzatora se obavlja na način opisan u tekstu u vezi sa slikom 3.9.

Kao što se vidi, ne koristi se nikakva štampana pločica, letvica sa ušicama i slično. Komponente se spajaju lemljenjem, a kao lemne tačke služe buksne i nožice promenljivog kondenzatora. Ovakav način praktične realizacije je sasvim dobar, mada je, na žalost, primenljiv samo u slučaju veoma jednostavnih elektronskih uređaja. Kada bi broj komponenata na slici 3.11 bio veći, kao dodatne lemne tačke moglo bi da se koristi i nekoliko komadića kaširanog pertinaksa (onog od koga se prave štampana kola) zalepljenih na odgovarajućim mestima u na unutrašnjim stranicama kutije, ili nekoliko eksera i sl.

Mali problem pri lemljenju nožica komponenata može da predstavlja lemljenje na buksnama. Da bi to obavili uspešno, okrenite kutiju tako da suženi deo buksne za koji se leme provodnici bude na gore. U rupu na tom delu buksne ugurajte komad tinol žice, vrh lemilice naslonite odozgo na otvor rupe i držite je naslonjenu duže vreme, sve dok se tinol ne istopi. Zatim dodajte još tinola, tako da se rupa potpuno ispuni kalajem. Posle toga, vrh provodnika, pomoću pincete, gurnite u rastopljeni kalaj i držite nekoliko trenutaka dok se kalaj ne stvrdne i u izvesnoj meri ohladi. (Pinceta odvodi toplotu i sprečava da se prenese na komponentu koju lemite).

3.2. Najjednostavniji direktni radio-prijemnik sa pojačavačem

Najuočljiviji nedostatak prijemnika opisanog u prošlom odeljku je u tome što pomoću njega može da se ostvari dovoljno glasna reprodukcija samo u slučaju kada se prima program lokalnog ili nekog vrlo snažnog radio-predajnika, koji u prijemnoj anteni stvaraju veoma jak signal. Prijem ostalih predajnika je suviše slab. Jedino što može da se uradi je da se ili poveća dužina antene, što, naravno, ima svoje granice, ili da se u prijemnik ubaci neki pojačavački stepen. Najjednostavnije je da se detektorskom prijemniku sa slike 3.1 doda jedan NF pojačavački stepen iza detektora. Električna šema takvog jednog prijemnika prikazana je na slici 3.12. Opterećenje detektora nisu više slušalice već otpornik R1. Na njemu se dobija NF signal, koji se preko sprežnog kondenzatora C3 vodi na NF pojačavač sa tranzistorom T. Kolektorsko opterećenje tranzistora su slušalice na kojima se dobija pojačani NF signal koji one pretvaraju u zvuk.



Slika 3.12 . Dtektorski prijemnik sa jednostavnim pojačavačem: a-blok-šema, b-električna šema, c- komponente

Pomoću konenzatora C4 se ostvaruje naponska, a pomoću otpornika R3 strujna negativna reakcija, koje poboljšavaju karakteristike pojačavača (povećavaju stabilnost pojačavača, smanjuju izobličenja, proširuju propusni opseg itd.), ali i smanjuju pojačanje. Kondenzator C5 sprečava da u slušalice stigne nosilac AM signala, koji se, veoma umanjen, takođe javlja na izlazu detektora. Ipak, u većini slučajeva, u cilju pojednostavljenja uređaja, ove tri komponente mogu da se izostave, bez nekog značajnijeg pogoršanja karakteristika prijemnika. Pri tome, C4 i C5 se jednostavno izostave, a umesto R3 se zalemi komad žice. Radna tačka tranzistora pri kojoj se ostvaruje optimalna reprodukcija (najveće pojačanje pri najmanjim izobličenjima) se podešava promenom otpornosti otpornika R2.To se najjednostavije ostvaruje tako što se umesto otpornika veže trimer potenciometar otpornosti nekoliko 2,2 M (sa klizačem u srednjem položaju), prijemnik podesi na neku stanicu i klizač trimera pomera dok se ne ostvari optimalan prijem. Zatim se trimer izvadi, izmeri mu

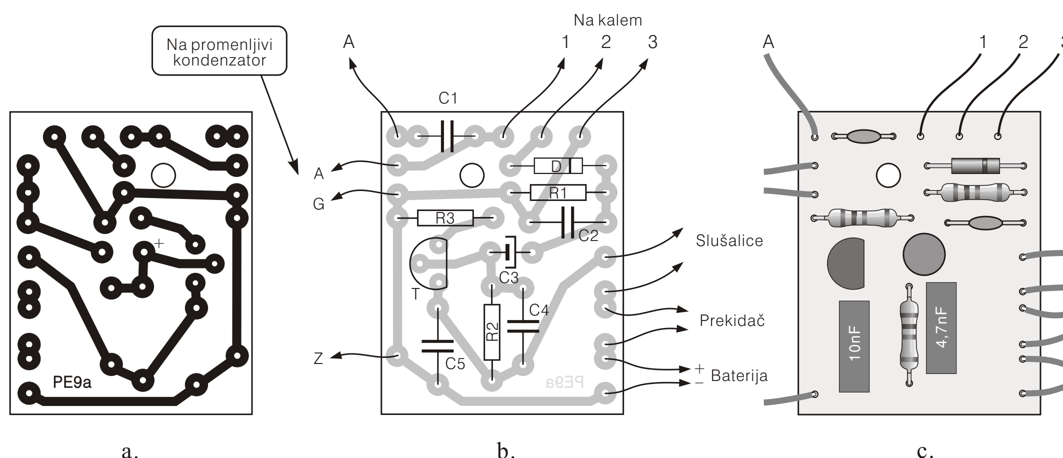
se otpornost, i u kolo zalemi otpornik približno te otpornosti.

Tranzistor T je bilo koji TUN (Univerzalni NPN tranzistor).

Zapazite da u slučaju vrlo duge antene, kada se koristi C1 male kapacitivnosti, od svega nekoliko pikofarada, može da se koristi ručno izrađen trimer kondenzator. On se pravi upredanjem dve izolovane žice, a kapcitivnost mu se smanjuje jednostavnim odsecanjem vrhova žice.

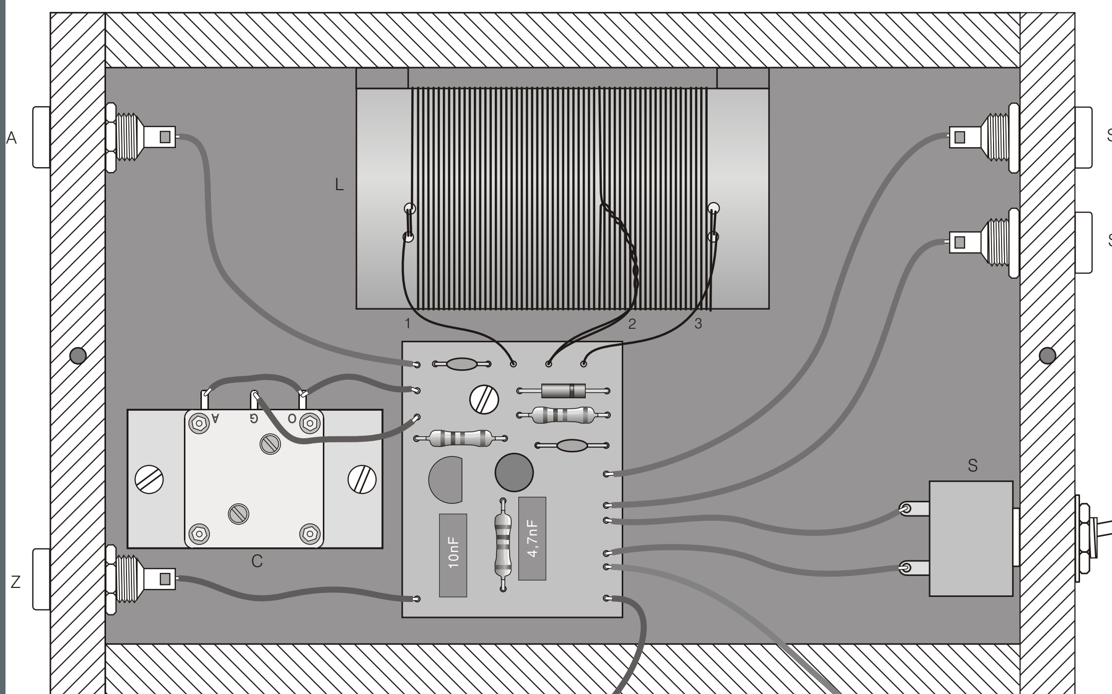
Vrednosti komponenata su date na električnoj šemi i u tabeli na desnom delu slike 3.12. Ako ne posedujete kondenzator (C2) od 100 pF, stavite neki veće kapacitivnosti, ali tada koristite i R1 manje otpornosti.

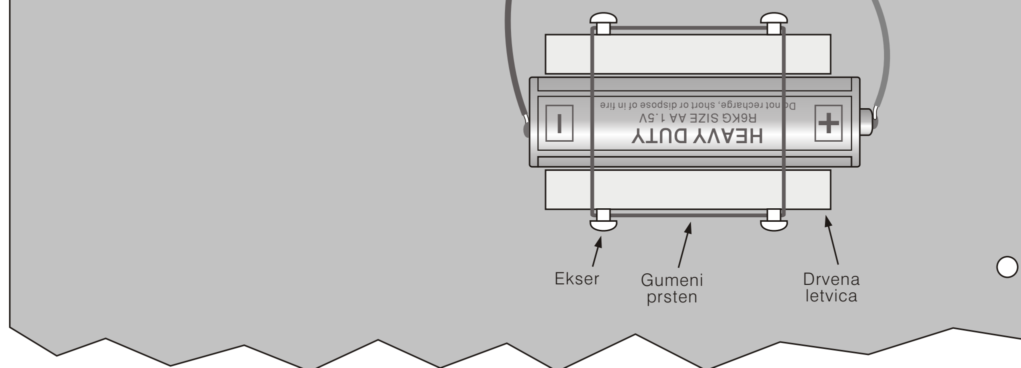
Izgled štampane pločice je na slici 3.13. Na slici 3.13-a je slika koju, pomoću tankog alkoholnog flomastera, treba precrtati na dobro očišćenu bakarnu stranu kaširanog pertinaksa i izvršiti nagrizanje i bušenje rupica prečnika 0,8 mm, na način koji je detaljno opisan u P.E.2 - Praktična realizacija elektronskih uređaja. Na slici 3.13-b je raspored komponenata. Vidi se i štampa, (to je slika u ogledalu slike 3.13-a), što je moguće kada se, umesto kaširanog pertinaksa, koristi kaširani vitroplast. Izgled kompletne pločice je na slici 3.13-c. Pre nego što počnete da lemite žice kojima je pločica povezana sa promenljivim kondenzatorom, baterijom, prekidačem itd. kalajišite njihove krajeve, koristeći tinol žicu. Ovo svakako uradite, naročito ako koristite žicu koja nije fabrički kalajisana, da biste izbegli vrlo neprijatna iznenađenja u obliku hladnih lemova, koji se kasnije teško otkrivaju.



Slika 3.13 . Štampano kolo prijemnika sa slike 3.12 : a-pogled na stranu bakra, b-pogled na stranu komponenata, c-raspored komponenata

Izgled kompletnog prijemnika dat je na slici 3.14. Kalem je, kao i u prethodnom primeru kompletnog prijemnika, zalepljen (preko dva mala komada drveta) za gornju stranu kutije. Štampana pločica je pričvršćena pomoću zavrtnja za drvo koji je uvrnut u komad drveta zalepljen za prednju ploču. Baterija se okruglom gumicom pričvrsti između dve drvene letvice zalepljene za zadnju stranu kutije. Međutim, tako smo uradili isključivo zbog toga da bi crtež bio prgledan i jasan. Na isti, ili neki sličan način baterija može da se smesti u samu kutiju.



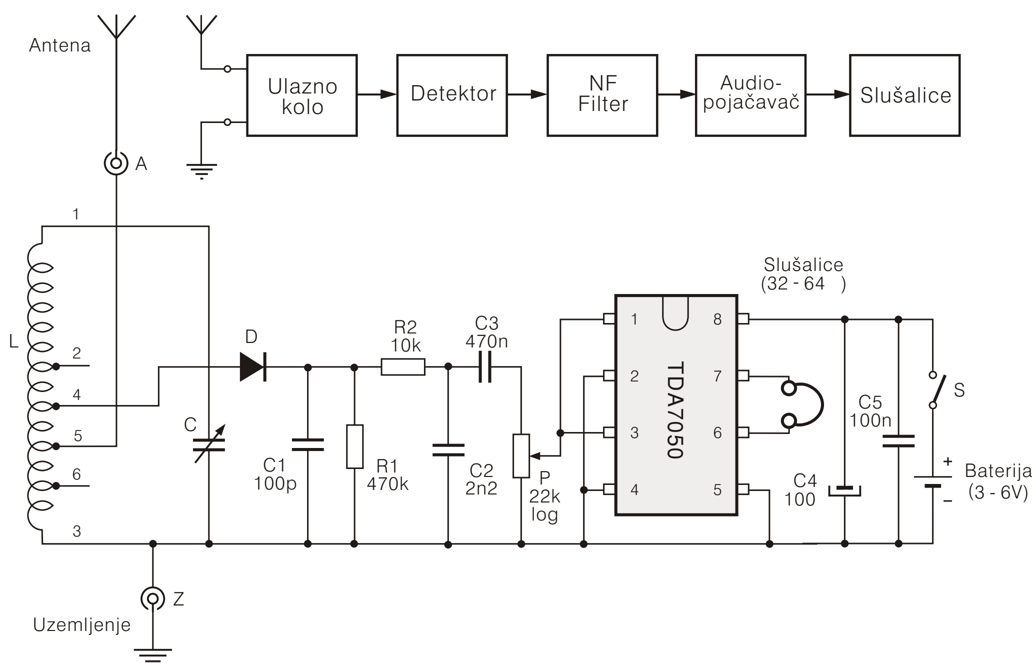


Slika 3.14. Praktična realizacija prijemnika sa slike 3.12

3.3. Jednostavan radio-prijemnik sa integrisanim kolom TDA7050

Čitaoci koji su imali prilike da pogledaju P.E.4 uverili su se da postoji vrlo veliki broj različitih audio-pojačavača izvedenih pomoću integrisanih kola, tako da se u savremenim uređajima za široku potrošnju više i ne koriste pojačavači snage izvedeni u diskretnoj tehnici. Kada se tome doda i to da integrisani pojačavači, i po ceni i po kvalitetu i po prostoru koji zauzimaju, nadmašuju odgovarajuće diskretne pojačavače, jasno je da ćemo ih i mi koristiti u prijemnicima opisanim u ovom broju.

Električna šema jednostavnog radio-prijemnika sa NF delom izvedenim sa integrisanim kolom TDA7050 kod koga se reprodukcija vrši preko savremenih slušalica otpornosti 32 ili 64 , prikazana je na slici 3.15. U P.E.4 možete da se detaljnije upoznate sa kolom TDA7050. Ponovimo da se ono proizvodi u 8-pinskom DIL kućištu, koje smo mi koristili, ali i u SO pakovanju za površinsku montažu. U ovom drugom slučaju oznaka mu je TDA7050T i ono takođe, bez nekih naročirih problema, može da se koristi. U tom slučaju na datoj štampanoj pločici treba izvršiti promene, imajući u vidu da se kolo montira na bakarnoj

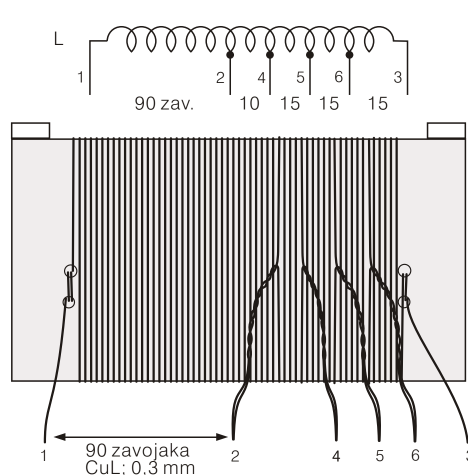


Slika 3.15. Direktni radio-prijemnik sa kolom TDA7050

strani pločice i da nije potrebno bušiti rupice, jer se nožice leme direktno na bakarnu foliju. (O lemljenju SMD komponenata možete da pogledate tekst u vezi sa slikama 4.16 i 4.17). Napon napajanja kola je u granicama od 1,6 V do 6 V. Mirna struja je 3 mA pri naponu napajanja od 3 V. Pojačanje napona je 32 dB (40 puta) pri napajanju od 6 V i otpornosti slušalica od 32 . Maksimalna izlazna snaga je 150 mW, što je mnogo više nego dovoljno za pojačavač sa slušalicama.

Na slici 3.15 može da se koristi ulazno kolo i detektor koji su korišćeni i u dva prethodna projekta. Rešili smo da vam pokažemo kako se koristi kalem sa više izvoda jer on pruža više mogućnosti za eksperimentisanje u cilju ostvarivanja optimalnog prijema. Izgled kalema je na slici 3.16. Izvodi se prave na ranije opisani način. Prvi od njih (označen brojem 6) pravi se posle petnaestog zavojka, drugi (5) posle tridesetog, treći (4) posle četrdeset petog i poslednji (2) posle pedeset petog. Broj zavojka između izvoda nije kritičan, izvodi mogu da budu "gušći", a može da ih bude i više. Kao što se vidi na slici 3.15, i antena i detektor se priključuju preko izvoda. Iskorišćeni su izvodi broj 4 i broj 5, ali to može da bude bilo koji izvod. Što god je izvod na koji je priključena antena bliži masi (tačka Z), antena manje

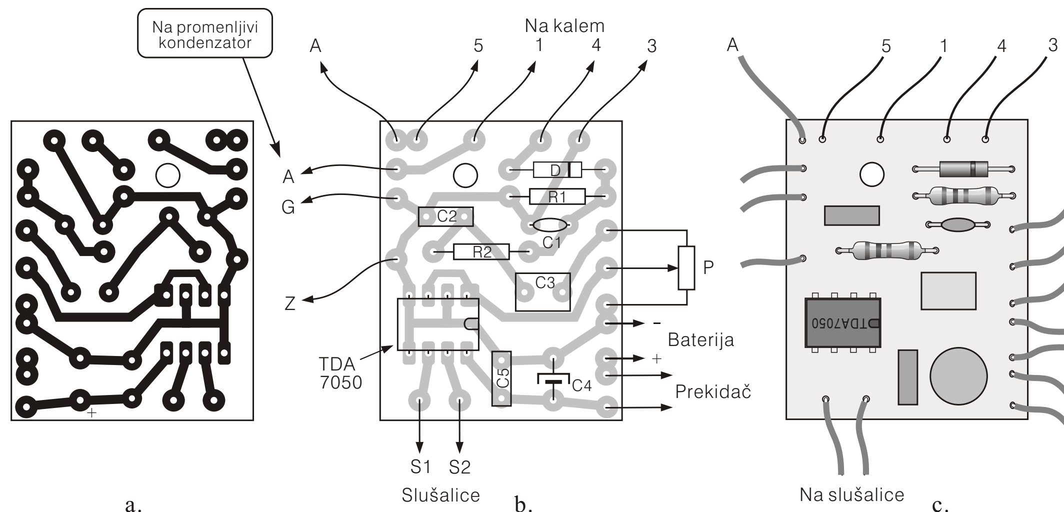
prigušuje oscilatorno kolo (pa se selektivnost prijemnika povećava) i manje smanjuje širinu prijemnog područja. Ali, u tom slučaju je i signal stanice koji iz antene stiže u ulazno kolo manji. Slično je i sa izvodom na koji je priključena anoda diode. Što god je on bliži masi, detektor manje prigušuje i razdešava ulazno kolo, ali je i signal koji se prenosi na detektor manji. Jasno je da i sada mora da se traži kompromisno rešenje: eksperimentišući sa izvodima treba pronaći one sa kojima se ostvaruje optimalan prijem.



Slika 3.16a - kalem sa više izvoda za ST, za prijemnik sa slike 3.15

Recimo na kraju i da antenu možete da priključite u tačku 1, preko sprežnog kondenzatora (C1 na slici 3.1), a detektor na neki od izvoda, da i antenu i anodu diode priključite na isti izvod, da anodu priključite u tačku 1 itd. Probajte sve kombinacije, trudeći se da zapazite kako one utiču na prijem. Pri svakoj promeni, obavezno ponovo podesite rezonanciju pomoću promenljivog kondenzatora C.

Otpornik R2 i kondenzator C2 obrazuju NF filter, čija je uloga da na sledeći stepen propusti detektovani NF signal, a da spreči da na sledeći stepen stigne i VF napon. (Ovaj napon potiče od nosioca AM signala stanice). Ovo kolo utiče na boju tona NF signala koji se čuje u slušalicama. Ako vam se ona ne dopada, povećajte ili smanjite kapacitivnost C2. Štampano kolo je prikazano na slici 3.17. Prijemnik može da se smesti u kutiju na isti način kao na slici 3.14. Jedina značajna razlika je u tome što se umesto baterije od 1,5V koristi baterija od 4,5V, za koju takođe ima dovoljno mesta.



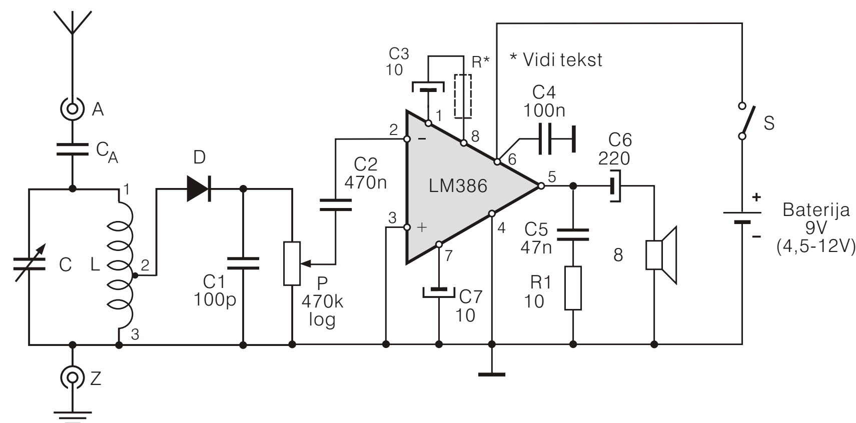
Slika 3.17. Štampano kolo prijemnika sa slike 3.15 : a-pogled sa strane bakra, b-pogled sa strane komponenata, c-"fotografija"

3.4. Jednostavan radio-prijemnik sa kolom LM386

Slušanje preko slušalica ima svoje dobre strane ali pravi radio-prijemnik je ipak prijemnik sa reprodukcijom preko zvučnika. U ovom projektu je opisan najjednostavniji radio-prijemnik koji se sastoji od ulaznog kola, diodnog detektora i audio-pojačavača sa integrisanim kolom LM386, koji omogućuje glasnu reprodukciju preko zvučnika.

Autor ovih redova se sa kolom LM386 prvi put sreo pre više od dvadeset godina i od tada ga vrlo uspešno koristio u mnogim uređajima. Činjenica da ovo kolo tako dugo opstaje na tržištu je očigledan dokaz njegovog kvaliteta ali, ipak, najznačajnija njegova prednost je izuzetno niska cena. Sa njegovim karakteristikama čitaoci mogu da se upoznaju u P.E.4. Pri nabavci kola, treba imati u vidu da se ono proizvodi u nekoliko varijanti, sa oznakama LM386, LM386N-1, LM386N-3 i LM386N-4, koje se razlikuju po veličini napona napajanja i izlaznoj snazi. U našem prijemniku, pod uslovom da napon napajanja nije veći od 12 V, može da se koristi bilo koje od tih kola.

Električna šema direktnog radio-prijemnika u čijem NF delu je iskorišćeno kolo LM386 data je na slici 3.18. Opterećenje detektora je logaritamski potenciometar otpornosti 470 k , sa čijeg se klizača deo NF napona, preko sprežnog kondenzatora C2, vodi na invertujući ulaz (nožica 2) kola LM386. Drugi, neinvertujući ulaz (nožica 3) je spojen sa masom. Izlaz je na nožici 5. Između nje i mase je, preko kondenzatora C6, vezano opterećenje odnosno zvučnik impedanse 8 . (Sa manjim naponima baterije za napajanje može da se koristi i zvučnik od 4). Kada između nožica 1 i 8 nije ništa priključeno, naponsko pojačanje pojačavača je A_u=20 i u tom slučaju kondenzator C7 može da se izostavi. Ako se između nožica 1 i 8 veže elektrolitski kondenzator kapacitivnosti 10 F (plus na

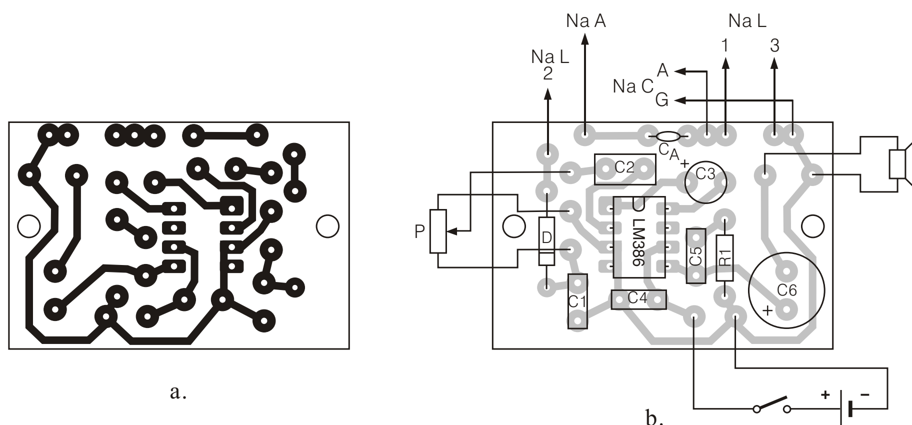


Slika 3.18 Elektrina šema detektorskog radio-prijemnika sa audio pojačavačem sa kolom LM386

nožicu 1), kao što je učinjeno na slici 3.18, pojačanje je A_u=200. Bilo koja vrednost pojačanja između 20 i 200 može da se ostvari dodavanjem otpornika na red sa kondenzatorom. Na slici 3.18 taj otpornik je prikazan isprekidanom linijom i obeležen zvezdicom.

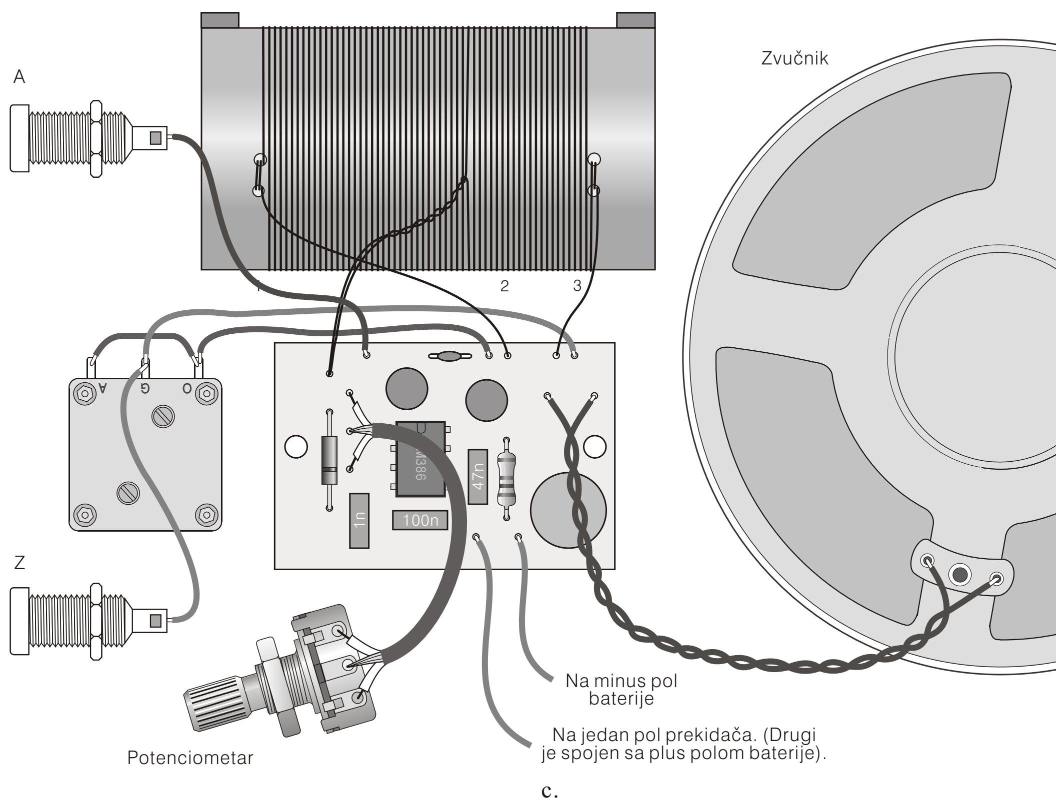
Štampana pločica prijemnika sa slike 3.18 prikazani su na slici 3.19-a i -b, a povezivanje svih komponenata na slici 3.19-c).

Treba izbegavati minijaturne zvučnike iz džepnih radio-prijemnika jer oni imaju lošu efikasnost i loš kvalitet reprodukcije, naročito u oblasti niskih učestanosti. Na slici 3.19 upotrebljen je zvučnik snage 1W, čija membrana ima prečnik od 8 cm. To nije loše rešenje, ali je još bolje ako se koristi zvučnik veće snage i većeg prečnika. (Pri ispitivanju prototipa korišćen je i zvučnik snage 3 W, otpornosti 4 i bilo je znatno bolje nego sa zvučnikom na



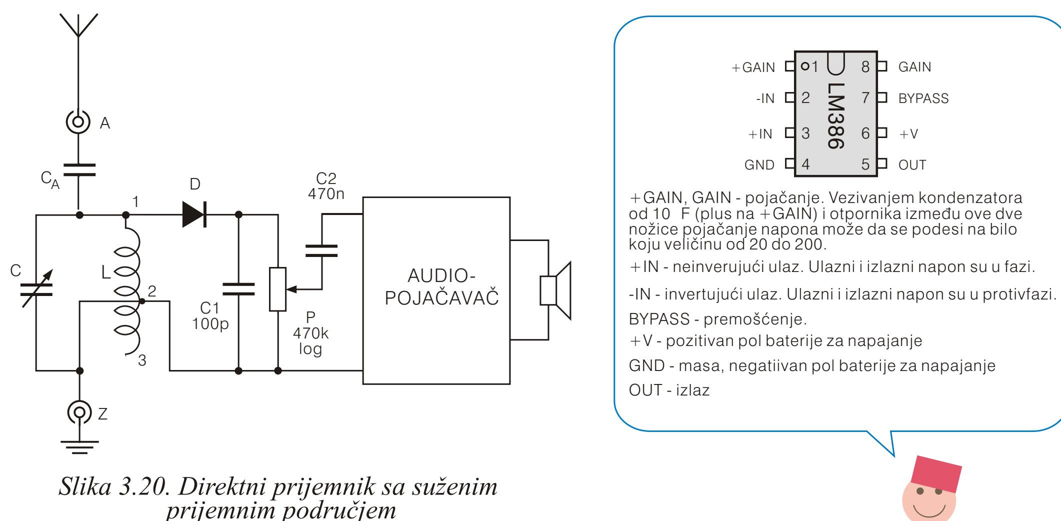
Slika 3.19-a i -b. Štampana pločica radio-prijemnika sa slike 3.18

slici). Kao što se vidi na slici, provodnici kojima je zvučnik povezan sa pločicom su čvrsto uvrnuti jedan oko drugog, što je obavezno ako su te žice duže od desetak centimetara. Isto tako treba čvrsto uvrnuti i provodnike koji pločicu spajaju sa baterijom i prekidačem.



Slika 3.19-c. Povezivanje štampane pločice sa ostalim komponentama prijemnika sa slike3.18

Znatno glasniji prijem, ali sa suženim prijemnim područjem u okolini donje granične učestanosti, može da se ostvari sa kalemom manje induktivnosti i sprežnim kondenzatorom CA veće kapacitivnosti. Na primer, ako se stanice koje vas interesuju nalaze u delu ST područja od 750 kHz do 1700 kHz, upotrebite ranije opisani kalem tako što ćete da koristite samo njegov deo od tačke 1 do tačke 2, kao što je prikazano na slici 3.20. Za antenu dužine oko 6 m upotrebite C_A=33 pF, i prijem će biti bolji. Probajte sa C_A veće kapacitivnosti (47 pF, 100 pF, 200 pF), prijem će postajati sve glasniji, ali će se prijemno područje sužavati, neke stanice se više neće čuti, stanice će početi da se "mešaju" itd. Na vama je da nađete optimum koji vama najviše odgovara. Ako koristite vrlo kratku antenu, izostavite C_A, a antenu priključite direktno na oscilatorno kolo (u tačku 1).



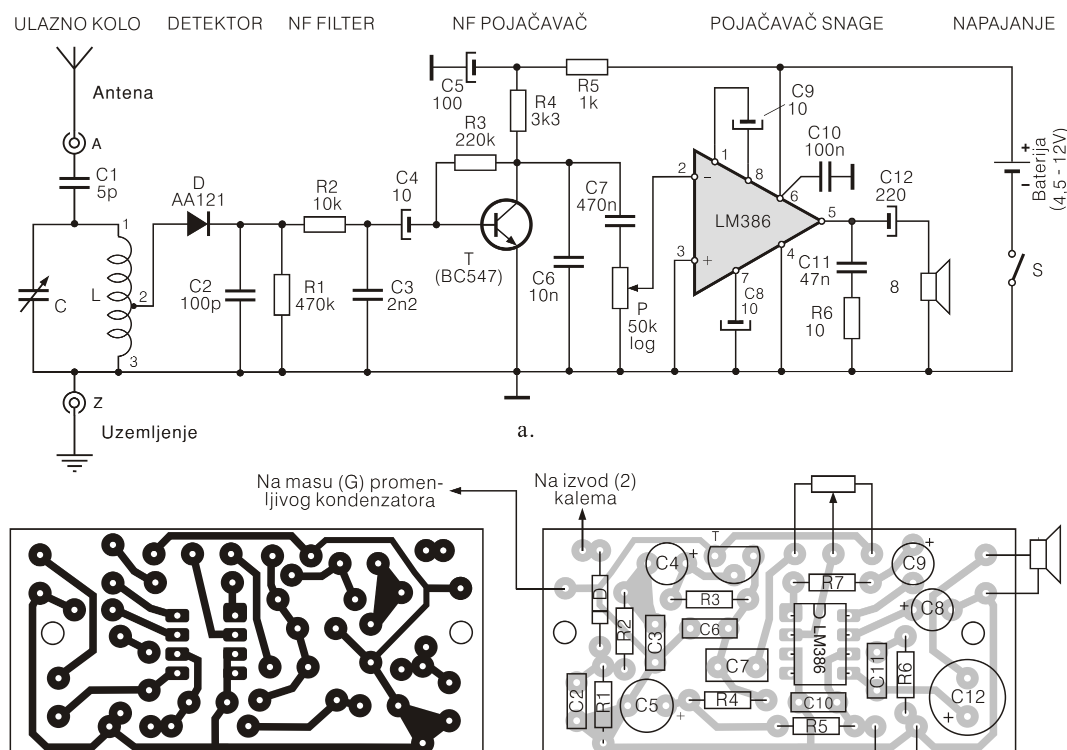
Slika 3.20. Direktni prijemnik sa suženim prijemnim područjem

3.5. Radio-prijemnik sa osetljivijim audio-pojačavačam

Ako prijemnikom iz prethodnog projekta ne može da se ostvari dovoljno glasan prijem svih stanica, mora da se poveća osetljivost NF dela prijemnika. To se najjednostavnije ostvaruje dodavanjem jednog pretpojačavača sa tranzistorom, kao što je prikazano na slici 3.21. Zapazite da su sve komponente, izuzev C1, C i L, na štampanoj pločici, što omogućje da koristite ulazno kolo sa slike 3.15 i slike 3.20. Prijemnik se napaja iz baterije napona 4,5 V ali, ako se koristi ispravljač, napon napajanja može da bude i veći. Maksimalna vrednost ovog napona je od 12 V (za LM386) do 18 V (za LM386N-4).

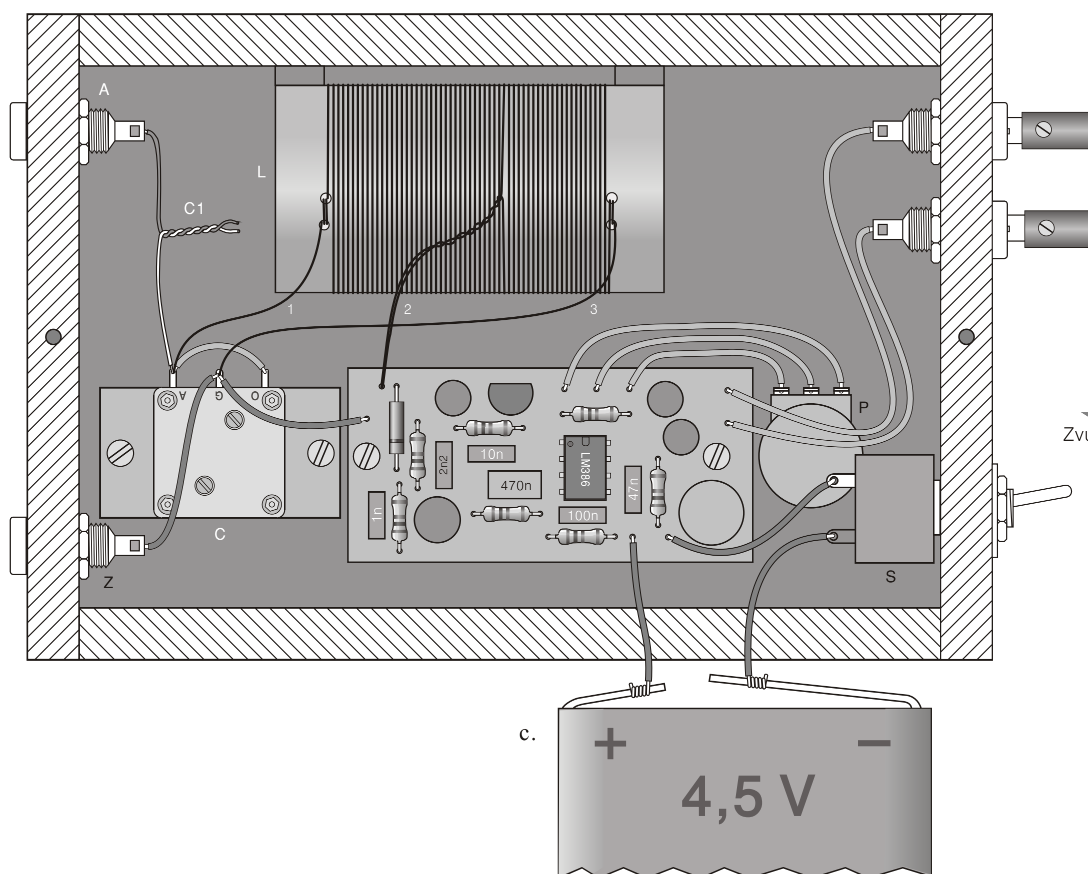
Optimalna vrednost otpornosti R3 (pri kojoj je pojačanje maksimalno uz minimalna izobličenja i sl.) zavisi od toga koji se tranzistor koristi. Ova vrednost se najlakše pronalazi eksperimentom, pomoću trimer kondenzatora otpornosti nekoliko megaoma, na način opisan u poglavlju 3.2.

Štampana pločica je prikazana na slici 3.21-b. Levo je pogled na stranu lemljenja, a desno na stranu komponenata.Izgled kompletnog prijemnika je na slici 3.21-c.



b.

Slika 3.21. Radio-prijemnik sa povećanom osetljivošću audio-pojačavača: a-električna šema, b-štampana ploča

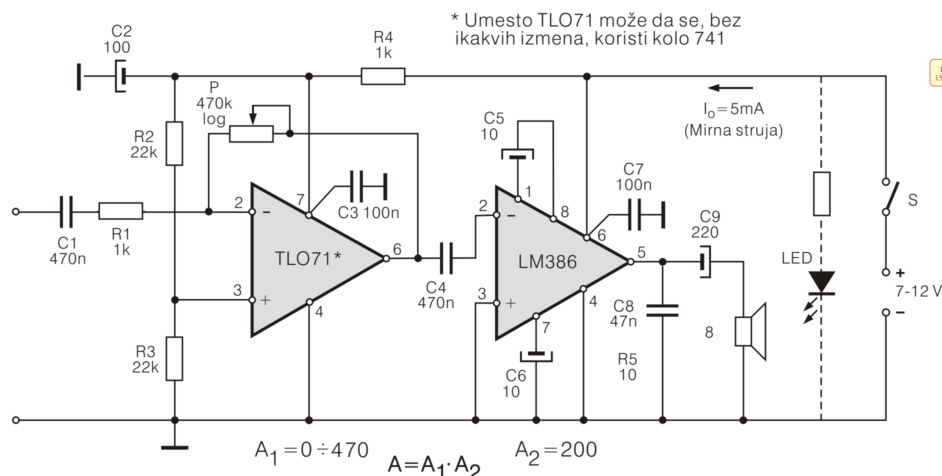


Slika 3.21-c. Praktična realizacija prijemnika sa slike 3.21-a

3.6. Univerzalni audio-pojačavač

U većini do sada opisanih prijemnika, a i u mnogima koji će biti opisani kasnije, koristi se audio-pojačavač. Zbog toga je korisno napraviti jedan univerzalni pojačavač koji bi se koristio pri praktičnoj proveri rada svih prijemnika. U našoj labopratoriji, prilikom testiranja svih radio-prijemnika, korišćen je audio-pojačavač sa tranzistorom BC547 i integrisanim kolom LM386, izveden po šemi sa slike 3.21 (od C4, uključujući i njega, u desno).

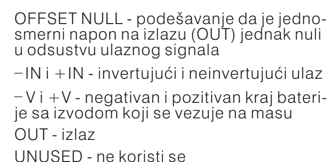
Ali, to može da bude i pojačavač sa slike 3.22. U njemu su iskorišćena dva integrisana kola: operacioni pojačavač TLO71, kao pretpojačavač, i LM386, kao pojačavač snage. Kolo TLO71 je potpuno isto kao čuveno kolo 741, jedina razlika je u tome što TLO71 ima FET na ulazu, a 741 - bipolarni tranzistor. Pošto se u operacionom pojačavaču koristi invertujući ulaz, njegovo naponsko pojačanje je dato izrazom $A_u=R_P/R_1$, u kome je sa R_P obeležena otpornost potenciometra od klizača do njegovog levog kraja. Kada je klizač u krajnjem desnom položaju tada je R_P=470 k pa je A_u=470, a kada je u krajnjem levom tada je R_P=0 pa je A_u=0. Kao što se vidi, pomeranjem klizača pojačanje se menja u granicam od 0 do



Slika 3.22. Audio-pojačavač sa kolima TL071 i LM386

470. Tako kaže teorija, u praksi je to malo drugačije. Kada se između ulaza i mase priključuju i kondenzatori, maksimalno pojačanje je manje od 470 ali i tada je više nego dovoljno veliko za naše potrebe.

* Sve do sada opisane prijemnike, kao i sve koji će biti opisani kasnije, možete da proveravate pomoću ovog univerzalnog pojačavača. To se radi tako što se signal sa izlaza detektora, pomoću dve što kraće žice (ili mikrofonskog kabla, koji može da bude mnogo duži), dovede na ulaz pojačavača (između levog kraja C1 i mase). Ako su antena, ulazno kolo (i ostali stepeni, ako ih ima) i detektor u redu, iz zvučnika će se čuti program stanice na koju je prijemnik podešen. Jačina reprodukcije se reguliše pomeranjem klizača potenciometra *P*.





Štampana pločica i raspored komponenata na njoj prikazani su na slici 3.23.

* Sa KS je obeležen kratkospojnik. To je komad žice čiji su krajevi provučeni kroz rupice na pločici i zalemljeni u odgovarajuće stopice. On može da se izostavi, tada se levi kraj potenciometra spaja sa stopicom desno od stopice u koju je zalemljen donji kraj R1.

* Za vezu između pločice i potenciometra i pločice i utičnice koristi se oklopljeni kabl (oklop (spoljni provodnik) se spaja sa masom). Ako te veze nisu duže od oko 10 cm, umesto kabla mogu da se koriste obične žice.

* Pojačavač, zvučnik i baterija (ili ispravljač) se smeštaju u zajedničku kutiju na čiju prednju ploču se montiraju potenciometar, prekidač i neka jednostavna utičnica (može i činč) za koju posedujete i utikač. Ako se uređaj napaja iz ispravljača, korisno je da se na prednju ploču montira i LED dioda. Ovakvom montažom dobili ste tzv. aktivni zvučnik koji je vrlo korisna sprava za svakog ljubitelja elektronike.

* Neposredno pred montažu i lemljenje, dobro očistite bakarne linije i stopice

Slika 3.23. Štampana pločica pojačavača sa slike 3.22:
a-pogled na stranu bakra, b-pogled na stranu komponenata, c- "fotografija"

komadom vlažne krpe zamočene u neko praškasto sredstvo za čišćenje. Komponente montirajte na pločicu i lemite ovim redom: kratkospojnik, otpornici, integrisana kola, kondenzatori (svi osim C5), provodnici kojima se pločica spaja sa zvučnikom, baterijom i prekidačem i mikrofonski kablovi (ako ih koristite). Poslednja komponenta koju lemite je kondenzator C4. Pre nego što i njega zalemite, proverite da li je pojačavač ispravan.

Priključite zvučnik, a drugi kraj provodnika koji je na slici 3.23-c obeležen sa B, spojite sa negativnim krajem baterije. Drugi kraj provodnika obeleženog sa A spojite sa jednom sondom univerzalnog instrumenta (sa preklopnikom u položaju za merenje jednosmerne struje). Drugom sondom instrumenta dodirnite pozitivni kraj baterije i instrument će da pokaže mirnu struju pojačavača, koja bi trebalo da je (približno) jednaka 5 mA. Ako je tako, dodirnite prstom nožicu 2 kola LM386 i, ako je sve u redu, iz zvučnika će da se čuje brujanje učestanosti 50 Hz. Pojačavač snage je u redu. Montirajte i zalemite C4. Dodirnite prstom levi kraj provodnika koji je spojen sa kondenzatorom C1, iz zvučnika treba da se čuje brujanje čija jačina zavisi od položaja klizača potenciometra P. (Ako nemate

instrument, priključite bateriju na krajeve provodnika A i B pa obavite opisana pipanja. Ako se čuje brujanje, pojačavač je u redu).

Ako je mirna struja jednaka nuli, ili je znatno veća od 5 mA, nešto nije u redu. Ako je struja jednaka nuli, proverite da li ste dobro spojili instrument i da li je on ispravan. Otkačite ga, a bateriju spojite direktno sa provodnicima A i B. Pipnite prstom nožicu 2 kola LM386, ako se pojavi brujanje -nešto nije bilo u redu sa instrumentom. Ako je sa instrumentom sve u redu, proverite jednosmerne napone. Stavite preklopnik u položaj za merenje jednosmernih napona, jedan kraj instrumenta (onaj koji je obeležen oznakom za masu) spojite sa masom pojačavača (negativni kraj baterije), a drugom sondom dodirnite prvo pozitivan kraj baterije, a zatim nožicu 6 kola LM386. Ova dva napona treba da su jednaka naponu baterije. Dodirnite zatim nožicu 7 kola TLO71. Ovaj napon treba da je neznatno manji od napona baterije. Naponi u tački 5 kola LM386 i tački 7 kola TLO71 treba da su približno jednaki polovini napona baterije.

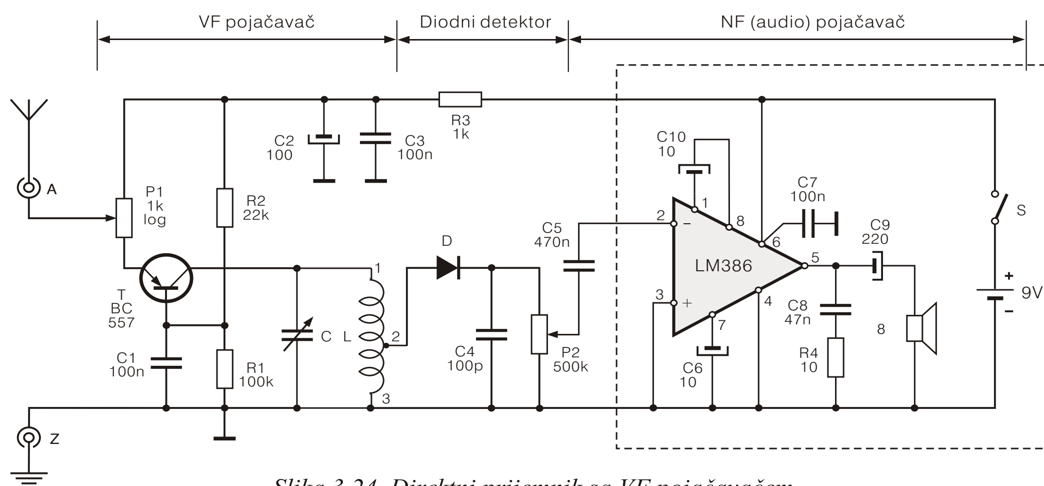
Na osnovu merenja pokušajte da pronađete kvar. Proverite da li je neka bakarna linija u prekidu, ili se dve susedne linije dodiruju (ili su spojene komadićem kalaja koji je pao sa vrha lemilice pri lemljenju), da li su svi spojevi kakvi treba da budu, da nisu neki od elektrolitskih kondenzatora ili integrisano kolo montirani naopako itd.

Kad se uverite da je sve u redu, odlemite potenciometar i zvučnik pa ih namontirajte na prednju stranu kutije. Namontirajte i utičnicu i prekidač, LED diodu (ako je koristite) itd. Pločicu, pomoću dva mala zavrtnja za drvo pričvrstite za bočnu stranu kutije, tako da je LM386 gore (iznad TLO71). Između pločice i bočne strane treba postaviti dva odstojnika, tako da je pločica odmaknuta od bočne strane nekoliko (recimo 5) milimetara. (Odstojnici su dve cevčice dužine oko 5 mm. Zavrtnji za pričvršćivanje se provuku prvo kroz rupe na ploči pa kroz cevčice i onda ušrafe u stranicu). Posle toga spojite zvučnik, prekidač, bateriju itd.

3.7. Prijemnik sa VF pojačavačem

VF pojačavačem se signal stanice pojačava u svom originalnom obliku. U našem slučaju, to znači da se na ulaz VF pojačavača dovodi AM signal stanice a da se na njegovom izlazu dobija isti takav signal, ali sa većom amplitudom. Ime je dobio po tome što se pomoću njega pojačavaju VF signali, mada bi preciznije bilo da se zove selektivni pojačavač napona. (Tako se i zove u stručnim knjigama).

Električna šema direktnog prijemnika koji se sastoji od VF pojačavača, diodnog detektora i NF (audio) pojačavača, prikazana je na slici 3.24. Ovaj prijemnik nema selektivno ulazno kolo. Bolje bi bilo da ga ima, tada bi i selektivnost prijemnika bila bolja, ali ga nema iz "tehničkih razloga", jer se danas teško nabavlja dvostruki promenljivi kondenzator (kao onaj u prvom izdanju P.E.1), tj. kondenzator koji se sastoji od dva ista promenljiva kondenzatora sa rotorima na zajedničkoj osovini. Aktivni element VF pojačavača sa slike 3.24 je tranzistor BC557 koji radi u spoju zajedničke baze. Signal stanice koji se pojačava dovodi se na emiter (između njega i mase), a pojačan se dobija na kolektoru (između njega i mase). Princip rada je sličan principu rada ulaznog kola, koji je objašnjen u tekstu u vezi sa slikom 3.1-b. Podsetimo se, razmatrali smo primer kada se u anteni nalazi četiri signala istih veličina čije su učestanosti f_{S1}, f_{S2}, f_{S3} i f_{s4}. Pod njihovim dejstvom, kroz oscilatorno kolo LC su tekle četiri struje I_{S1}, I_{S2}, I_{S3}, i I_{S4}. Sve one stvaraju napon na krajevima LC kola, ali je izrazito (dvadeset puta) veći od ostalih bio napon koji stvara stuja I_{S2}, što je posledica činjenice da je oscilatorno kolo bilo podešeno na njenu učestanost. Paralelno oscilatorno kolo, potpuno isto kao i kolo na slici 3.1, nalazi se i na slici 3.24, kao kolektorsko opterećenje tranzistora. Ono ima i istu ulogu, pa VF pojačavač sa slike 3.24 ima istu selektivnost kao i ulazno kolo u svim do sada opisanim prijemnicima, s tim što on unosi i



Slika 3.24. Direktni prijemnik sa VF pojačavačem

dodatno pojačanje. To se dešava na sledeći način. Pod istovremenim dejstvom četiri napona, koji na emiter dolaze iz antene, a čije su učestanosti f_{S1}, f_{S2}, f_{S3} i f_{s4}, kroz tranzistor istovremeno teku četiri struje. Kolo ovih struja je isto: od + pola baterije, kroz P1, kroz tranzistor (u smeru emiter-kolektor) preko LC kola do - pola baterije. Sve one, znači, teku i kroz paralelno LC kolo. Rezonantna učestanost ovog kola je podešena (pomoću C) da bude jednaka učestanosti jedne od struja i za nju se ponaša kao

otpornik velike otpornosti (200 k na slici 3.2-b). Po Omovom zakonu ova struja stvara na oscilatornom kolu napon. Za ostale struje kolo se ponaša kao otpornik mnogo manje otpornosti (manje od 20 k na slici 3.2-b) i one na kolu stvaraju mnogo manji (deset puta u našem primeru) napon. Bitna razlika u radu kola sa slike 3.1-b i kola sa slike 3.24 je u tome što su sve struje u drugom slučaju mnogo veće (zbog pojačavačkog efekta tranzistora), pa su i naponi na LC kolu mnogo veći.

* Pomoću potenciometra P1 se vrši regulacija veličine signala koji se iz antene dovode na ulaz VF pojačavača. Ako se u vašim uslovima prijema klizač za sve stanice nalazi u krajnjem donjem položaju, stavite otpornik umesto potenciometra, a antenski priključak povežite sa emiterom.

* Kao i u slučaju svih ulaznih kola, pri povezivanju kondenzatora C, obratite pažnju da se na masu vezuje rotor (tačka G na slici 3.7-a).

* Otpornik R3 i kondenzatori C2 i C3 obrazuju NF filter koji sprečava spregu (koja bi dovela do nestabilnog rada) između NF dela prijemnika i VF pojačavača. Ako do nestabilnog rada ipak dolazi, treba povećati otpornost R3.

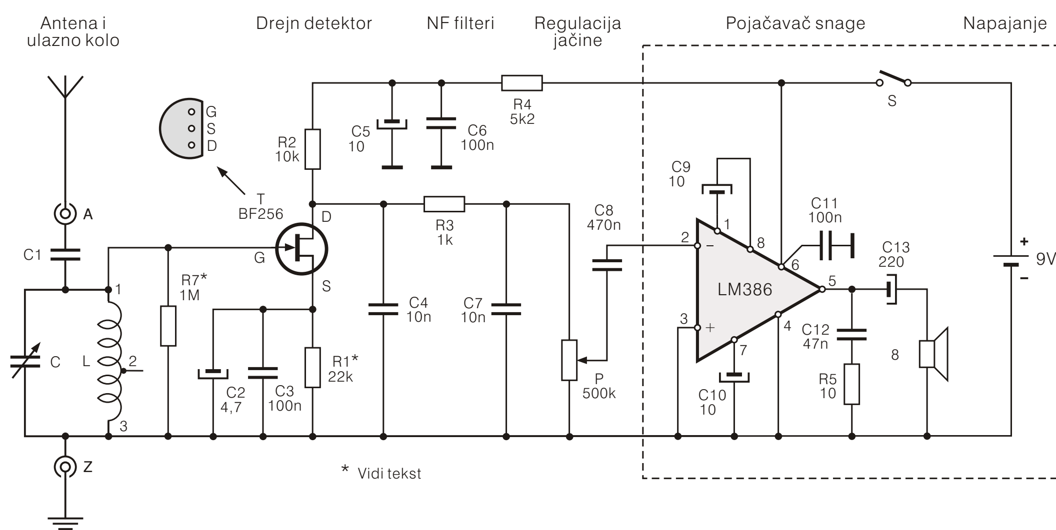
* U NF delu prijemnika je iskorišćen audio-pojačavač sa kolom LM386. To, naravno, nije obavezno, moguće je koristiti bilo kakav audio-pojačavač.

* Postoji i bolja varijanta VF pojačavača, sa poboljšanom selektivnošću. Njegova električna šema je prikazana na slici 3.29-b.

3.8. Audion - direktni prijemnik sa drejn detektorom

Dok je eksperimentisao sa ovim prijemnikom, autor je rešio da ovom odeljku dâ naziv NAJBOLJI DIREKTNI PRIJEMNIK. Odustao je, imajući u vidu latinsku izreku DE GUSTIBUS NON DISPUTANDUM EST (o ukusima se ne raspravlja). Ali, ipak, teško da je moguće, sa tako malo jeftinih komponenata napraviti nešto bolje. Bilo kako bilo, autor ostavlja čitaocima da sami, u skladu sa svojim shvatanjima lepog, jednostavnog, jeftinog i korisnog, neki od prijemnika opisanih u ovoj P.E. proglase za najbolji.

Električna šema tog, po autorovom mišljenju, ipak, . . ., data je na slici 3.25. Signal stanice na koju je prijemnik podešen se vodi na gejt (G) tranzistora BF256. Zapazite da se signal stanice uzima sa gornjeg kraja kalema, a ne sa izvoda, što je bio slučaj u prethodnim projektima. To je moguće zato što FET ima vrlo veliku ulaznu otpornost, veću od megaoma,



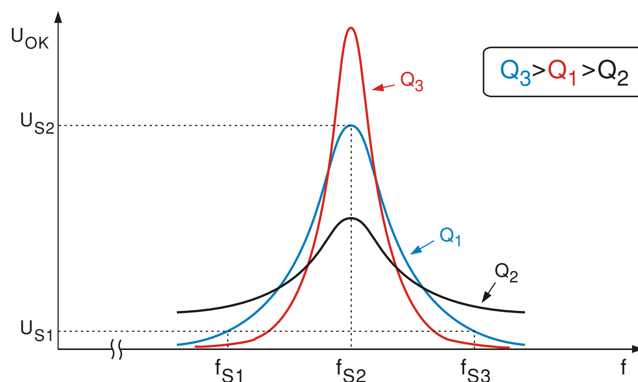
Slika 3.25. Audion - direktni prijemnik sa drejn (Drain) detektorom

za razliku od bipolarnog tranzistora, čija je ulazna otpornost mnogo manja, nekoliko kiloma. Zašto je to toliko značajno? Na slici 3.26 prikazana je zavisnost napona na krajevima paralelnog oscilatornog kola koje obrazuju kalem L i kondenzator C od učestanosti, koje je podešeno na stanicu čija je učestanost f_{S2}. U slučaju da kolo nije opterećeno (na njega nije priključen sledeći stepen prijemnika), zavisnost je prikazana punom linijom (Q_1) i, kao što je to ranije već objašnjeno, napon stanice čija je noseća učestanost f_{S2} je na krajevima kola znatno veći od napona stanica čije su učestanosti f_{S1}, i f_{S3}, mada sva tri napona u anteni imaju iste veličine. Ali kad se priključi sledeći stepen sa bipolarnim tranzistorom, kao, na primer, tranzistor na slici 3.12, mala ulazna otpornost tranzistora prigušuje kolo i njegova propusna kriva ima oblik isprekidane krive linije, obeležene sa Q_2. Kada se na oscilatorno kolo priključi FET, kao na slici 3.25, prigušenja nema i propusna kriva zadržava oblik prikazan punom linijom. Jasno je da je to mnogo bolje, jer su naponi ostalih stanica u odnosu na napon stanice na koju je prijemnik podešen više potisnuti (oslabljeni). (O krivoj obeleženoj sa Q_3 biće reči u tekstu u vezi sa slikom 3.29-a).

Ranije je već napomenuto da je najvažnija karakteristika paralelnog oscilatornog kola koje se koristi u radio-prijemniku, njegova rezonantna učestanost

$$f_r = \frac{1}{2\ \sqrt{LC}}.$$

Druga karakteristika po važnosti je faktor dobrote, koji se obeležava slovom Q, pa se naziva i Q-faktor. Neopterećeno kolo ima veći Q-faktor pa je na slici 3.26 $Q_1 > Q_2$. Primera



Slika 3.26.Propusne krive paralelnog LC kola

radi, faktor dobrote kola sa slike 3.6 je Q=95. Zbog toga što nije opterećeno, oscilatorno kolo na slici 3.25 ima manji (uži) propusni opseg, a time i bolju selektivnost. Pored toga, pošto se na sledeći stepen vodi ceo signal, a ne njegov deo sa izvoda na kalemu, prijemnik ima i veću osetljivost (sposoban je za prijem slabijih signala).

FET sa R1, R2, C2, C3 i C4 obrazuje tzv. drejn detektor. (Kod bipolarnih tranzistora njemu je analogan kolektorski detektor, a kod elektronskih cevi - anodni detektor. Cevni prijemnik sa anodnim detektorom se popularno zvao *audion*). Detektovani NF signal se dobija na drejnu (D). On je po obliku isti kao i NF signal na izlazu diodnog detektora, ali je od njega znatno veći, jer drejn detektor unosi i pojačanje. NF signal se, zatim, preko filtra za potiskivanje ostataka VF nosioca (R3 i C7) vodi na potenciometar za regulaciju jačine, pa na audio-pojačavač.

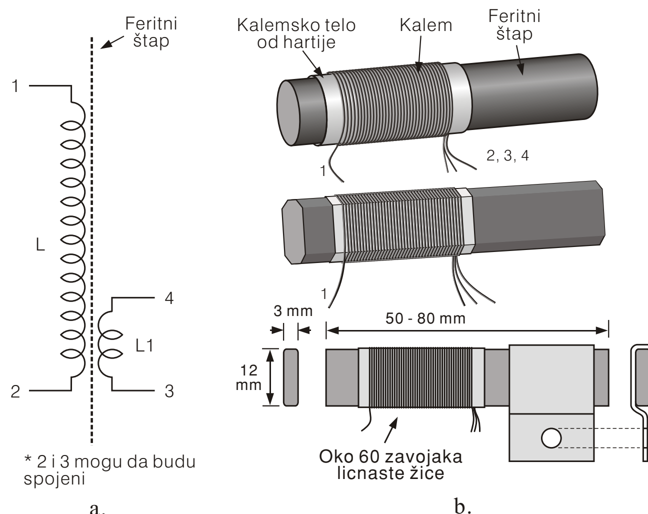
* Otpornik R7 može da se izostavi. Tada, ako, pri eksperimentisanju, vadite kalem iz kola, treba prvo, pomoću prekidača S, isključiti bateriju. Ako to ne uradite, doći će do pojave oscilovanja i iz zvučnika će se čuti snažno brujanje.

* Pošto se karakteristike FET-ova prilično razlikuju od primerka do primerka, može da se desi da je potrebno korigovati otpornost otpornika R1. Najjednostavnije je da se umesto njega stavi linearni trimer potenciometar otpornosti 50 k , prijemnik podesi na neku stanicu i, pomeranjem klizača, ostvari nabolji prijem. Zatim se izmeri otpornost od klizača do kraja koji je korišćen, i u kolo zalemi otpornik tolike otpornosti. Ista priča važi i za R2.

* Filter za potiskivanje ostatka nosioca, R3 i C7, utiče na boju tona NF signala. Ako želite da istaknete basove, povećajte kapacitivnost C7. Obrnuto, ako želite da istaknete visoke učestanosti - smanjite kapacitivnost.

* Prijemnik ne proradi istog trenutka kada se zatvori prekidač S. To je posledica činjenice da FET ne radi pri malim naponima napajanja. Njegov napon napajanja je napon na kondenzatoru C5 i dok se ovaj kondenzator ne napuni, detektor ne radi. Kondenzator se puni preko R4. Pošto ovaj otpornik ima prilično veliku otpornost, a kondenzator C5 veliku kapacitivnost, vreme punjenja je prilično dugo. Ali, ako je vama, za neku posebnu primenu, potreban prijemnik koji će da proradi sa zakašnjenjem, povećavajte kapacitivnost i otpornost dok ne dobijete potrebno vreme kašnjenja početka rada.

* Prijemnik dobro radi i sa feritnom antenom. Na slici 3.27-a je prikazan simbol za feritnu antenu, a na slici 3.27-b njen izgled i dimenzije. Najjednostavnije je koristiti feritnu antenu izvađenu iz nekog rashodovanog džepnog radio-prijemnika, istog onog iz koga ste izvadili i promenljivi kondenzator. Pri vađenju, nikako nemojte da sečete krajeve kalema,ili da ih kasnije kratite, već ih pažljivo odlemite i izvucite iz rupica na štampanoj ploči. (Kalem je namotan tzv. licnastom žicom koja se sastoji od petnaestak vrlo tankih bakarnih žica izolovanih lakom, koje su zajedno omotane koncem. Ako presečete licnastu žicu, kasnije ćete vrlo



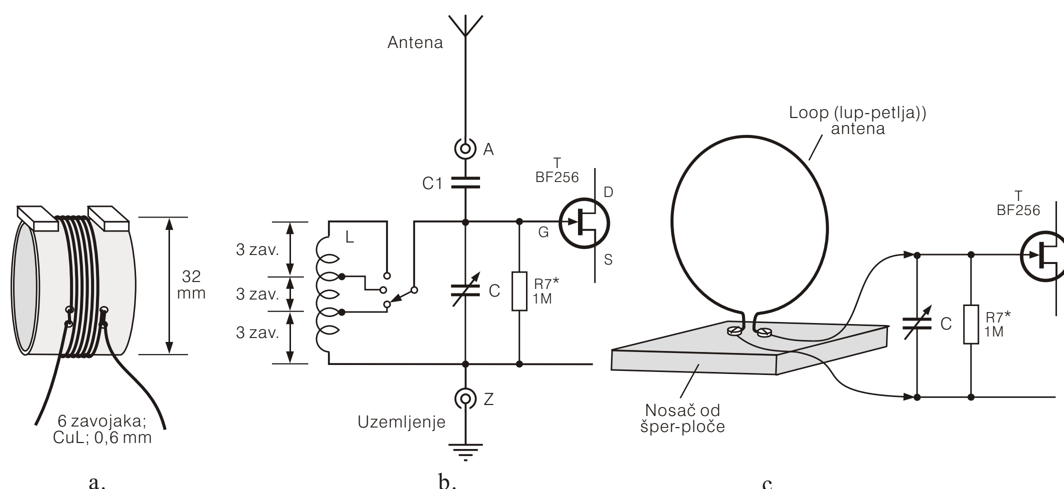
Slika 3.27. Feritna antena: a-simbol, b-izgled

teško da je zalemite kako treba, jer se vrlo teško skida izolacija sa vrhova svih petnaest žica, a da se neke od njih ne prekinu). Krajeva, kao što se vidi na slici, ima četiri. Mi koristimo kalem L, pa su nam značajni samo krajevi obeleženi sa 1 i 2. Kraj 1 se lako identifikuje, to je onaj jedini kraj, što sa krajem 2 nije slučaj, jer je on jedan od tri u grupi. Za njegovo pronalaženje vam je potreban om-metar ili neki ispitivač provodnosti, čiji jedan kraj spojite sa krajem 1, a drugim redom dodirujete jedan od preostala tri kraja.

U donjem desnom uglu slike 3.27-b je prikazan i deo pomoću koga se feritna antena pričvršćuje na štampanu pločicu. To je obujmica napravljena od komada kartona koji se savije oko štapa i zalepi za njega. Kroz nju se probuši rupa, a kroz nju i rupu na pločici se provuče zavrtanj kojim se obujmica pričvrsti za pločicu. Umesto pomoću zavrtnja, obujmica može da se pričvrsti i lepljenjem. Ako je feritni štap duži od oko 6 cm, obujmice se stavljaju na oba kraja.

* C6 je blok kondenzator koji (zajedno sa R4) sprečava nestabilan rad prijemnika. Ako do toga ipak dođe, treba povećati njegovu kapacitivnost. Ako to ne pomaže, ili ako detektor loše radi, probati sa većim vrednostima otpornosti R1 i R4.

* Ovim prijemnikom je moguće ostvariti i prijem stanica iz područja kratkih talasa (KT). Sve što reba da se uradi je da se napravi drugi kalem. Nama je pri ruci bio komad valjka od kartona čiji smo veći deo iskoristili kao kalemsko telo kalema L, korišćenog u prethodno opisanim projektima. Na njega smo namotali jedan do drugog šest zavojaka bakarne žice prečnika 0,6 mm. Prečnik žice nije kritičan, praktično može da se koristi žica bilo kog prečnika. Taj kalem, zajedno sa dve drvene pločice, koje se lepe za gornju stranu kutije u koju se smešta prijemnik, je prikazan na slici 3.28-a. On se na slici 3.25 stavi umesto kalema L. Sa antenom dužine 6 m i antenskim kondenzatorom C1=12 pF, prijemno područje prijemnika je od f_d=7 MHz do f_g=10 MHz. Menjanjem broja zavojaka kalema i kapacitivnosti C1, prijemno područje može da se promeni, tako da možete da "pogledate" šta se dešava u građanskom opsegu, šta rade radio-amateri, neke profesionalne veze itd. Možete i da, prema slici 3.28-b,



Slika 3.28 a-kalem za KT, b-ulazno kolo sa tri KT područja, c-kalem za VHF i UHF opseg

napravite kalem sa izvodima (broj navojaka nije kritičan, a korisno je probati i sa drugim vrednostima) i da preklopnikom birate KT1, KT2, KT3. Imajte u vidu da prijem KT stanica nije podjednako dobar tokom dana. Dobar je u poslepodnevnim časovima, tokom noći i pre podne. Najslabiji je oko podne. Ali to nije sve. Prijem zavisi i od doba godine, od aktivnosti Sunca itd. Uostalom, uverite se sami.

Postoji i mogućnost prijema profesionalnih stanica koje rade na znatno većim učestanostima. Kalem, koji je u isto vreme i prijemna antena, izgleda kao na slici 3.28-c. Pravi se od deblje, jače žice ili metalne trake, koja se savije u oblik kruga i sa dva zavrtnja za drvo pričvrsti na ploču od drveta. Zavrtnjima se pritegnu i krajevi dve bakarne žice čija se druga dva kraja spoje sa krajevima promenljivog kondenzatora. Prečnik antene je od nekoliko do više desetina centimetara, potrebna vrednost se nalazi eksperimentom. Ova antena je direktivna, što znači da veličina napona koji se indukuje u njoj zavisi i od pravca iz koga dolazi elektromagnetni talas. To pruža mogućnost da se okretanjem antene ostvari optimalan prijem stanice na koju je prijemnik podešen i istovremeno oslabe signali ostalih predajnika. Ovakve antene se koriste pri goniometrisanju (traženju mesta sa koga emituje neki nepoznati predajnik).

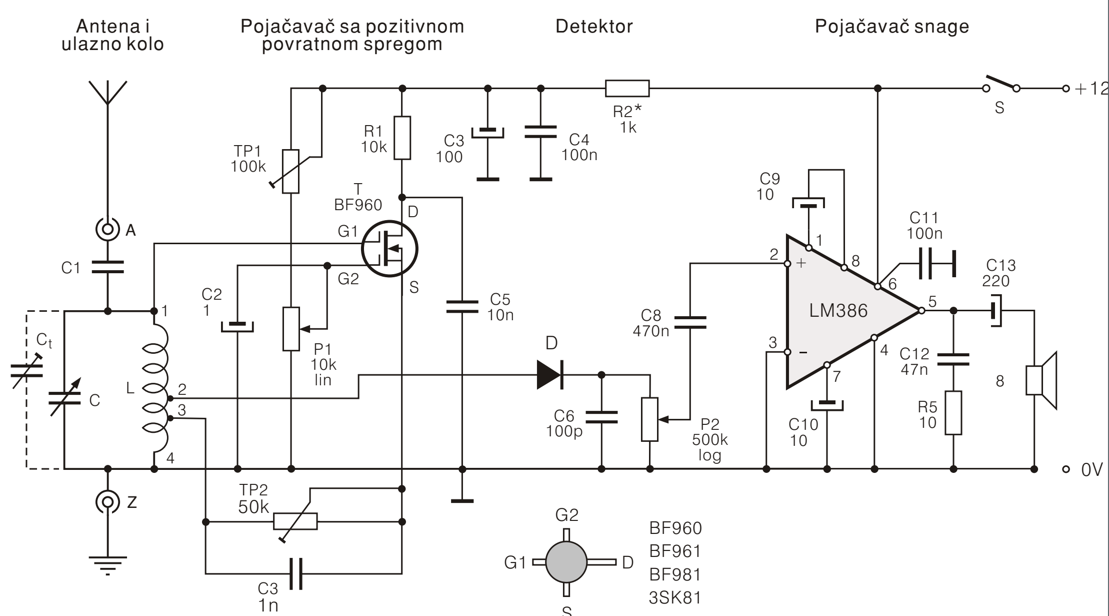
3.9-a. Reakcijski prijemnik

U prethodnom projektu, u tekstu u vezi sa slikom 3.26, videli smo koliko je značajno da oscilatorno ulazno kolo ima što veći Q-faktor. Što god je on veći, prijemnik je selektivniji, odnosno sposobniji da iz mnoštva signala u prijemnoj anteni izdvoji signal stanice na koju je oscilatorno kolo podešeno, a potisne ostale signale. Postoji još jedna važna stvar. Napon na

oscilatornom kolu je Q puta veći od napona koji se na njega dovodi iz antene. Recimo, ako je Q=95 a napon u anteni je 1 mV, napon na krajevima kola je 95 mV. Jasno je da bi bilo dobro kada bi Q-faktor imao znatno veću vrednost. Nešto veća vrednost Q-faktora može da se ostvari ako se umesto bakarne koristi posrebrena žica, umesto kalemskog tela od kartona - telo od keramike i sl. Ali to ne daje neko naročito veliko poboljšanje. Rešenje je, ipak, pronađeno. To je bio postupak poznat pod imenom "regeneracija", na kome je istovremeno radilo više naučnika, među njima i A. Majsner, a patentirao ga je 1913. godine američki pionir u oblasti radija Edvin H. Armstrong, dva meseca pre svog 23. rođendana. On, je utvrdio da ako se signal iz ulaznog kola pojača pomoću triode, a zatim mali deo pojačanog napona, na odgovarajući način, vrati u ulazno kolo, Q-faktor kola biva izuzetno mnogo, čak i nekoliko desetina puta, povećan. Time je i signal stanice bio izuzetno mnogo pojačan i postalo je moguće ostvariti prijem vrlo dalekih stanica, o čemu do tada nije bilo ni govora. Sa gledišta prosečnog slušaoca, glavni nedostatak regenerativnog ili, kako se kod nas češće naziva, reakcijskog prijemnika je u tome što za optimalno podešavanje na stanicu treba malo više umešnosti i poznavanja principa rada. Mnogo lakše podešavanje, koje se svodi na okretanje samo jednog dugmeta, superheterodinog prijemnika (koji je takođe pronašao Armstrong), u mnogome je doprinelo da ovaj drugi izvojuje konačnu pobedu. Borba je trajala skoro pola veka, ali reakcijski prijemnik, ipak, nije potpuno podlegao. I dan-danas se u popularnim elektrotehničkim časopisima pojavi električna šema nekog mlađeg i modernijeg brata, bolje reći čukununuka, nekada čuvenog reakcijskog prijemnika. Takva jedna električna šema, u kojoj je triodu zamenio MOSFET, prikazana je na slici 3.29-a.

Poznavaoci radiotehnike, čim zapaze da se signal iz ulaznog kola vodi na gejt (G1) i da sors (S) nije spojen sa masom već sa izvodom na kalemu (tačka 3), znaju da pred sobom imaju šemu Hartlejevog oscilatora i da je spajanjem sa tačkom 3 ostvarena tzv. pozitivna povratna sprega (pozitivna reakcija). Ali, pomenuti trudbenici znaju i to da će oscilator da osciluje samo pod uslovom da je izvod 3 na kalemu napravljen na pravom mestu, a P1, TP1 i TP2 podešeni na prave vrednosti. Zamislimo da je izvod napravljen kako, odnosno gde, treba, da je klizač potenciometra P1 na sredini i da je pomoću trimera TP1 i TP2 ostvareno da oscilator osciluje. Tada se on ponaša kao generator koji stvara promenljivi napon u obliku sinusoide, amplitude nekoliko volti. Teorijski posmatrano, sada je Q-faktor beskonačno veliki. U zvučniku će se čuti vrlo snažno zviždanje. Sada treba, vrlo pažljivo, pomeriti klizač potenciometra P1 na dole. Time se pojačanje tranzistora smanjuje i oscilovanje prestaje. Q-faktor se smanjuje, nije više beskonačno velik, ali je vrlo velik. Menjanjem kapacitivnosti promenljivog kondenzatora, prijemnik se podesi na stanicu. Ako je to neka vrlo slaba stanica, sve će biti u redu, čuće se njen program. Pažljivim pomeranjem klizača P1, prijem može da se poboljša. Ako se zviždanje ponovo javi, klizač treba vratiti, dok zviždanje ne prestane. Kad, pri traženju stanica, naiđemo na neku jaču stanicu, odmah će se pojaviti zviždanje. Tada klizač P2 treba pažljivo pomerati na dole, dok zviždanje ne prestane, a iz zvučnika se, jasno i glasno, čuje program te stanice. (Kao što se vidi, kod rekacijskog prijemnika se pri svakom podešavanju optimalnog rada, iz zvučnika jedno kratko vreme čuje zviždanje. Zbog toga se ovakav prijemnik kod nas popularno zvao *fićukaš*).

Veličina reakcije (regeneracije, povratne sprege) se kontroliše pomoću potenciometra P1, kojim se podešava veličina jednosmernog napona na G2 FET-a, čime se menja veličina njegovog pojačanja. Pomoću trimera TP1 se određuje opseg te kontrole, kondenzatorom C2 se G2 vezuje na masu za naizmenični signal i eliminiše šum potenciometra. NF filtrom koji obrazuju C3, C4 i R2 se stepen sa FET-om odvaja (dekupluje) od voda za napajanje, a time i od ostalih stepena prijemnika.



Slika 3.29-a. Reakcijski prijemnik sa MOSFET-om sa dva gejta

Podešavanje se obavlja na sledeći način. Stavite klizač P2 u srednji položaj, pa kasnije, kada ostvarite prijem neke stanice podesite jačinu koja vam odgovara. Podesite TP2 na minimum otpornosti (klizač skroz dole), a TP2 na maksimum (klizač skroz desno), priključite antenu i zatvorite prekidač S. Pomerajte klizač P1 na gore, reakcija je sve jača, u zvučniku se čuje karakterističan šum ili program neke stanice. Okrećite promenljivi kondenzator C i podešavajte se na stanice. Ako dođe do zviždanja, vratite klizač na dole.

Postavite promenljivi kondenzator u položaj minimalne kapacitivnosti (videti sliku 3.7), klizač P1 skroz gore i pažljivo povećavajte otpornost TP2 dok zviždanje ne prestane. Izmerite otpornost TP2 i u kolo ubacite otpornik tolike otpornosti. Trimer TP1 treba podesiti tako da mu je otpornost što veća a da reakcija bude efektivna u celom prijemnom području.

* Pri svakom podešavanju (pomoću C) na drugu stanicu, treba (pomoću P1) podesiti maksimalnu moguću reakciju. (Pomerajte klizač na gore dok ne dođe do oscilovanja, a zatim ga vratite savim malo na dole).

* Pri prijemu vrlo jakih signala (lokalni predajnik), može da dođe do propterećenja. Ako je to i kod vas slučaj, ubacite između priključka za antenu (A) i gornjeg kraja kondenzatora C1 potenciometar otpornosti 1 M , povezan kao reostat (kao TP1 i TP2), pa pomeranjem klizača podesite optimalan prijem.

* Ovim prijemnikom, sa drugim kalemom, moguć je i prijem KT stanica. U tom slučaju vrlo je korisno da se paralelno promenljivom kondenzatoru doda trimer kondenzator koji je na slici 3.29-a obeležen sa C_t. Pomoću njega se vrši tzv. razvlačenje opsega. (Pomoću C se grubo podesi oscilatorno kolo, tako da mu je rezonantna učestanost približno jednaka učestanosti željenih stanica, a pomoću C_t se vrši fino podešavanje na vrlo bliske stanice). Ovaj C_t treba montirati na prednjoj ploči, tako da njegovo dugme bude u blizini dugmeta kondenzatora C. Kao C_t može da se koristi još jedan promenljivi kondenzator, o tome je malo više reči u delu "Dodaci". Na KT se vrši i radio prenos uz korišćenje SSB (Single Side Band) tehnike. Prijem ovih signala pomoću ranije opisanih prijemnika nije moguć, sa reakcijskim prijemnikom jeste. U tom slučaju, klizač P1 treba pomerati još malo na gore, tako da dođe do oscilovanja. Tada prijem postaje razgovetan, pre toga je bio nerazumljiv.

* Ako se lokalni radio-predajnik meša u prijem drugih stanica, ubacite kolo koje će ga potisnuti, o čemu, takođe, možete da se obavestite u odeljku "Dodaci".

3.9.-b KT prijemnik za AM, AM-SSB i CW signale

SSB je akronim engleskog izraza Single Side Band (samo jedan bočni opseg), kojim se označava amplitudski modulisan signal kome su u predajniku potisnuti (ukinuti) nosilac i jedan bočni opseg. Potiskivanjem nosioca je ostvarena vrlo velika ušteda u snazi predajnika (snaga potrebna da bi se ostvario željeni domet je višestruko manja u odnosu na predajnik u kome nosilac nije ukinut), a potiskivanjem jednog bočnog opsega je postignuto da signal predajnika ima dva puta uži spektar, tako da u isto frekventno područje može da se smesti dva puta više predajnika.

CW je akronim engleskog izraza Continuous Wave (kontinualan talas) kojim se oznavačava radio-veza pri kojoj se Morzeovi znaci prenose prekidanjem rada oscilatora u predajniku.

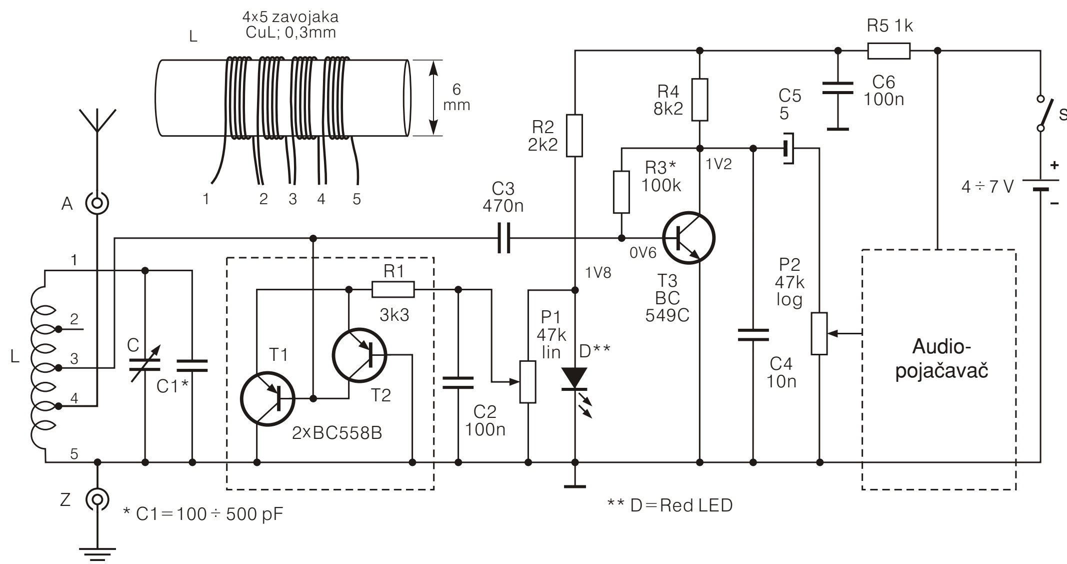
Prijem SSB i CW signala nije moguć pomoću prijemnika u kojima se koristi običan diodni detektor, kao u ranije opisanim AM prijemnicima. Prijem može da se ostvari samo tako što se u detektor dovodi još jedan VF signal, iz oscilatora koji se označava sa BFO (Beat Frequency Oscillator). Postoje, međutim, i jednostavnija rešenja. To su reakcijski prijemnici, odnosno prijemnici sa pozitivnom povratnom spregom. Jedan od njih je opisan u prethodnom projektu (3.29-a), a sada ćemo pogledati još jedan, koji tako dobro radi da nam se na momente činilo da baca u zasenak mnogo složenije savremene superheterodine prijemnike. Njegova električna šema je prikazana na slici 3.29-b.

Kalem L i kondenzatori C i C1 obrazuju paralelno oscilatorno kolo čija je uloga da da od svih signala stanica koji stižu iz antene izdvoji i pojača signal stanice na koju je prijemnik podešen, a da sve ostale signale potisne. Ali ono ne uspeva da ove svoje uloge ostvari u potpunosti. Razlog tome je mali Q-faktor oscilatornog kola, a on je mali zbog velikih gubitaka energije u kolu, kojih ima više vrsta. Možemo da zamislimo da tih više vrsta gubitaka energije nema, a da u oscilatornom kolu postoji otpornik tolike otpornosti R_G da struja oscilovanja na njemu pretvara u toplotu energiju koja je jednaka zbiru svih energija gubitaka. Problem gubitaka bi mogao da se reši ako bi se na red sa otpornikom R_G vezao otpornik R_G, odnosno otpornik čija je otpornost negativna, a po apsolutnoj vrednosti je jednaka R_G. Tada je ukupna otpornost jednaka nuli, gubitaka nema i Q-faktor postaje beskonačno veliki. Oscilatorno kolo, zajedno sa komponentama koje stvaraju negativnu otpornost, postaje oscilator koji omogućuje prijem SSB i CW signala.

Beskonačno veliki Q-faktor nije potreban pri prijemu običnih (konvencionalnih) AM signala.U tom slučaju negativna otpornost treba da je po apsolutnoj vrednosti malo manja od R_G. Tada se otpornosti ne poništavaju u potpunosti, ali se otpornost gubitaka kola

smanjuje na vrlo malu vrednost, Q-faktor postaje vrlo velik pa se i selektivnost i osetljivost oscilatornog kola veoma povećavaju.

Na slici 3.29-b, tranzistori T1 i T2 i otpornik R1 obrazuju dvostepeni pojačavač sa



Slika 3.29-b. AM, AM-SSB i CW reakcijski KT prijemnik

jakom pozitivnom povratnom spregom koji ima negativnu dinamičku ulaznu otpornost. Ta negativna otpornost je vezana između izvoda 3 na kalemu i mase, tako da se sabira sa otpornošću gubitaka kola. Veličina negativne otpornosti zavisi od veličine jednosmerne struje kroz tranzistore, a ova se reguliše menjanjem veličine jednosmernog napona na desnom kraju otpornika R1 (pomeranjem klizača potenciometra P1).

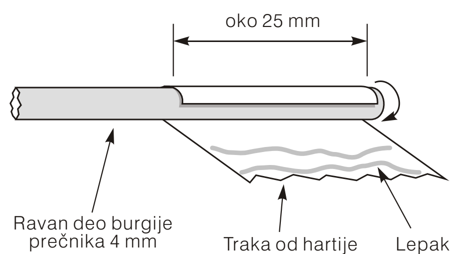
Crvena LED dioda D i otpornik R2 obrazuju jednostavan stabilizator napona, tako da na potenciometru P1 postoji stabilisani napon od 1,8 V. To znači da se pri pomeranju klizača, napon na desnom kraju R1 menja u granicama od nule do 1,8 V. Pri tome se menja i struja kroz tranzistore, tako da se napon na levom kraju R1 menja u granicama od nule do 0,6 V.

Signal stanice se sa izvoda 3, preko sprežnog konenzatora C3, vodi na kolektorski detektor koji obrazuju T3, R3, R4 i C4. To je detektor AM signala koji vrši i detekciju i pojačavanje signala, koji se naziva audion. NF signal se sa kolektora T3, preko sprežnog kondenzatora C5, vodi na potenciometar za regulaciju jačine P2 i audio-pojačavač. Audio pojačavač može da bude bilo koji od ranije opisanih.

Za podešavanje na stanicu je potrebno i znanja i strpljenja. (To je ovakvim prijemnicima i "došlo glave"). Stavite klizač P1 u gornji položaj. Ako se u zvučniku čuje snažno zviždanje to je znak da je počelo oscilovanje. Pažljivo pomerajte klizač na dole dok oscilovanje ne prestane. Lagano okrećite rotor kondenzatora C dok ne naiđete na neku stanicu. Ako se u zvučniku ponovo čuje zviždanje, pomerite klizač potenciometra vrlo malo na dole, zviždanje će da prestane, a u zvučniku će se čuti (jasno i glasno) program stanice. Podesite se pomoću C na sledeću stanicu, pomerajte klizač P1 na gore dok se u zvučniku ne pojavi zviždanje, pa ga pažljivo vratite dok zviždanje ne prestane itd. Na prvi pogled se čini da je podešavanje na stanicu prilično komplikovano. Nije, uz malo vežbe, i sa dve ruke, sve ide brzo i lako.

Na gore opisani način se ostvaruje prijem signala običnih, radiodifuznih predajnika. Pri prijemu SSB i CW signala, klizač P1 se pomera na gore dok se ne ostvari oscilovanje, tako da se u zvučniku čuje razumljiv govor (SSB) ili Morzeovi znaci (CW).

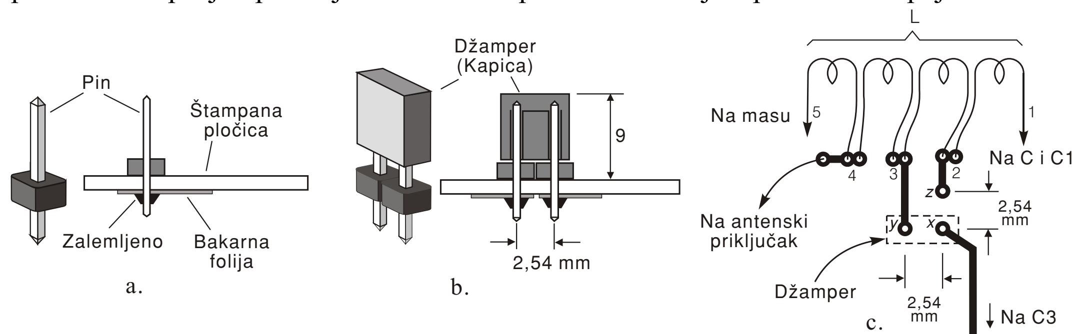
* Kalem L se mota na telu u obliku valjka prečnika oko 6 mm, dužine oko 25 mm. Najbolje je koristiti kalemsko telo od plastike izvađeno iz nekog rashodovanog uređaja, kao što je ono na slici 5.14-b. Jezgro u obliku zavrtnja omogućuje podešavanje induktivnosti, čime se podešava prijemno područje uređaja. Ako takvo telo ne posedujete možete da koristite bilo kakakv valjak od plastike, kartona, hartije i sl. Ako ni tako nešto nemate, napravite ga. Isecite traku hartije širine oko 25 mm i dužine oko 150 mm i, prema slici 3.29-c, namotajte je, uz povremeno dodavanje nekog lepka (OHO i sl.), oko ravnog dela burgije prečnika 4 mm. Kad se lepak osuši, kalemsko telo skinite sa burgije. Kalem L ima ukupno 20 zavojaka bakarne žice izolovane lakom prečnika od 0,3 mm do 0,5 mm. Na svakom petom zavojku je napravljen izvod. Fiksiranje početka i kraja žice (pomoću rupica u kalemskom telu), kao i pravljenje izvoda (pravljenjem petlji), mogu da se urade prema uputstvu datom u vezi sa slikom 3.6. To može da se uradi i na drugi način, koji je prikazan na slici 3.29-b. Na kalemskom telu se, jedan pored drugog, namota četiri zasebna kalema sa po 5 zavojaka žice. Počeci i krajevi se fiksiraju komadićima lepljive trake. Zatim se sa krajeva svih žica, u dužini od oko 5 mm, skalpelom



Slika 3.29-c. Motanje kalemskog tela

skine izolacija (lak) i očišćeni delovi kalajišu. Na štampanom kolu se kroz rupice stopica u koje se leme izvodi kalema provuku i zaleme po dve žice, kraj jednog i početak sledećeg kalema. Na primer, za stopicu koja je na štampanoj ploči spojena sa stopicom u koju se lemi levi kraj kondenzatora C3, zalemljeni su kraj drugog i početak trećeg kalema sa slike 3.29-b, čime je praktično ostvaren izvod broj 3. (Provlačenje dva provodnika kroz jednu rupicu nije profesionalno rešenje. Prava stvar su posebne rupice, za svaku žicu po jedna, kao na slici 329-d-c.).

* Može da se desi da reakcija nije dovoljno jaka, tako da i kada je klizač P1 u gornjem položaju ne dolazi do oscilovanja. U tom slučaju treba koristiti izvod broj 2, a ne 3 kao na slici. Prebacivanje sa 3 na 2 može da se ostvari na više načina, najlepši (?) je onaj prikazan na slici 3.29-d, koje se ostvaruje pomoću fabrički proizvedenih kontaktnih pinova i džampera. Na slici 3.29-d-c je prikazan detalj štampanog kola prijemnika sa slike 3.29-b. U stopice obeležene sa *x*, *y* i *z* (koje su na međsobnim rastojanjima od 2,54 mm) su zalemljeni pinovi. Džamper je u položaju označenom isprekidanom linijom pa su kratko spojene tačke *x*



Slika 3.29-d. a-konektorski pin, b-pinovi sa d`amperom, c-detalj štampe kola sa slike 3.29-b

i *y*. Kada se džamper izvadi i premesti u vertikalan položaj, kratko su spojene tačke *x* i *z*. U prvom slučaju koristi se izvod 3, a u drugom 2. Inače, džamperi i odgovarajuće utičnice sa kablovima se u fabričkim uređajima koriste i za povezivanje štampane ploče sa zvučnikom, ispravljačem, prekidačima i sl.

* Podešavanje optimalnog rada kolektorskog detektora se ostvaruje menjanjem otpornosti otpornika R3, tako da napon na kolektoru BC549C bude 1,2 V.

* Antena može da bude komad bakarne žice dužine svega 50 cm, ali sa dužom, spoljnom antenom (nekoliko metara) rezultati će biti znatno bolji.

* Ovaj prijemnik je predviđen za prijem KT stanica iz oblasti od 6 MHz do 9 MHz, što se ostvaruje sa C1=400 pF (tačna vrednost se nalazi eksperimentom i može da se znatno razlikuje od 400 pF). Spuštanje na amaterski opseg oko 3,75 MHz se ostvaruje sa većim vrednostima kapacitivnosti C1.

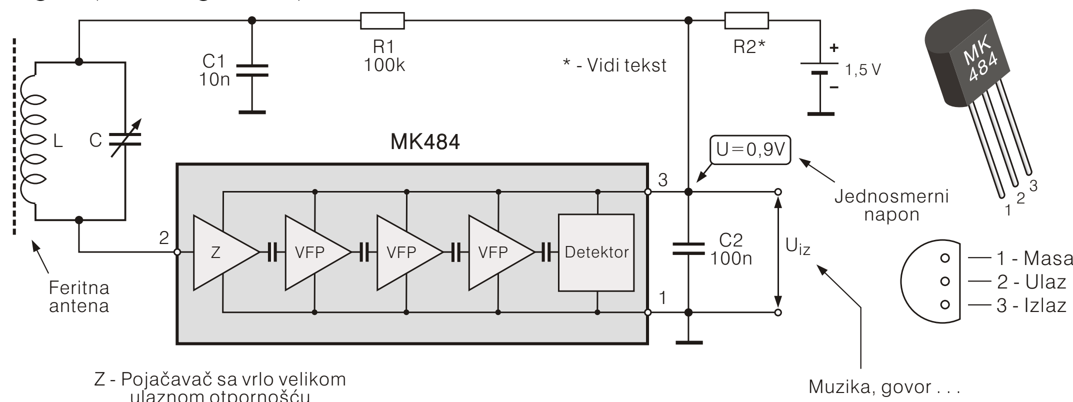
3.10. Minijaturni prijemnik sa kolom MK484

Mnogi od prijemnika opisanih u prethodnim projektima mogu da budu prenosnog tipa. Sve što treba da se uradi je da se u ulaznom kolu umesto običnog kalema koristi feritna antena. Ali to ne bi bili prenosni (portabl) prijemnici u punom smislu te reči. Feritna antena ima osobinu usmerenosti, što znači da nije svejedno iz kog pravca dolazi elektromagnetni talas koji stvara radio-predajnik. Napon koji se u njoj indukuje pod dejstvom elektromagnetnog polja je najveći ako je feritni štap u horizontalnom položaju, i tako postavljen da mu je osa normalna na pravac iz koga dolazi talas (normalna na pravac prema radio-predajniku). Ako se štap okreće (u horizontalnoj ravni), napon se smanjuje i minimalan je kada se štap okrene za 90°, tj. kada je osa štapa usmerena ka predajniku. To znači da kada se prijemnik sa feritnom antenom podesi na neku stanicu, prijem može da se dodatno poboljša njegovim okretanjem, odnosno usmeravanjem. U tom smislu, usmerenost feritne antene je korisna. Međutim, to nije dobra osobina ako se prijemnik koristi u pokretu, jer se tada jačina neprekidno menja, pa prijemnik treba stalno okretati i usmeravati ga prema predajniku. Jasno je da bi u tom slučaju bilo vrlo korisno da u prijemniku postoji elektronsko kolo koje bi automatski menjalo pojačanje prijemnika, tako da kad se signal u anteni smanjuje - pojačanje raste i obrnuto, kad se signal povećava - pojačanje se smanjuje. To kolo bi bilo korisno i u stacionarnim prijemnicima jer bi obezbeđivalo istu jačinu signala u zvučniku pri prijemu signala stanica različitih jačina, kao i slučaju prijema vrlo dalekih stanica, kada se jačina signala u anteni menja usledpromene uslova prostiranja EMT. Takvo kolo postoji u savremenim prijemnicima i naziva se kolo za automatsku regulaciju pojačanja (ARP kolo).

ARP kolo bi moglo da se doda nekim od prijemnika opisanim u prethodnim projektima. Nezgoda je u tome što bi tada električne šeme bile znatno komplikovanije, a to bi se odrazilo i na cenu i na mogućnost praktične realizacije. Rešenje, i to sasvim jednostavno, ipak postoji. To je integrisano kolo MK484 koje se reklamira kao "AM prijemnik". Njegova blok šema je prikazana na slici 3.30-a. U desnom delu slike 3.30 su prikazani izgled i raspored raspored nožica kola. Kao što se vidi, kolo je izuzetno malih dimenzija, smešteno u plastično kućište tranzistora male snage (TO92), tako da je, spolja gledano, isto kao, recimo,

tranzistor BC547.

Signal stanice iz ulaznog kola sa feritnom antenom se vodi na nožicu 2, odnosno na ulaz pojačavača označenog sa Z. Ovaj pojačavač ima vrlo veliku ulaznu impedansu (oko 4 M). To je vrlo značajna karakteristika, jer takav pojačavač ne opterećuje oscilatorno kolo i ne smanjuje mu Q-faktor. Zatim se signal pojačava kroz trostepeni visoko frekventni pojačavač (VFP) i detektuje u detektoru, tako da se na izlazu kola, između nožica 3 i 1, dobija NF signal (muzika, govor, ...).



Slika 3.30-a. Tjuner (VF deo i detektor) AM radio-prijemnika sa kolom MK484

Kondenzatorom C1 se ostvaruje da je jedan kraj oscilatornog kola na potencijalu mase (za naizmeničnu struju), jer je ulaz u pojačavač Z između nožice 2 i mase, pa između njih mora da se dovede ulazni signal.

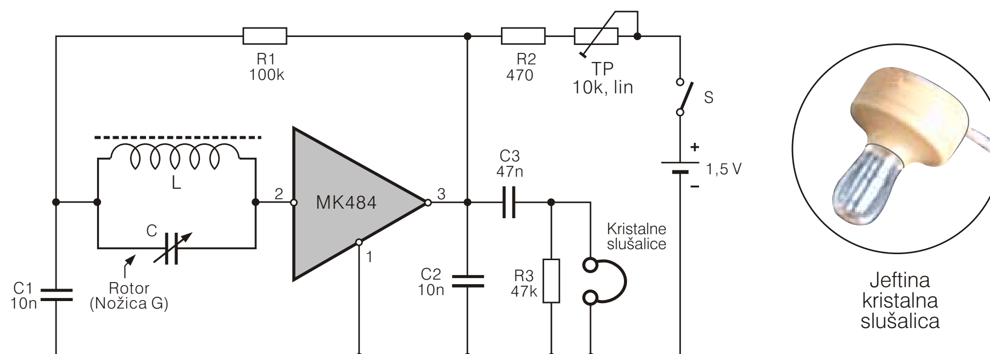
Automatska regulacija (kontrola) pojačanja se ostvaruje tako što se jednosmerna komponenta detektovanog signala, preko otpornika R1, vraća sa izlaza na ulaz kola. Taj jednosmerni napon se dobija na otporniku R2. Ovaj otpornik je izuzetno značajan za dobar rad kola ZN414, njegova otpornost mora da bude tolika da jednosmerni napon na nožici 3 (između nje i mase), kad je prijemnik podešen na prazno mesto na skali, bude 0,9V. Pri proračunu otpornosti R2 treba imati u vidu da kroz njega teče mirna struja kola MK484, čija je tipična vrednost 0,3mA, a maksimalna 0,5mA. (Ostali podaci o kolu MK4844 dati su u donjoj tabeli).

Karakteristike kola MK484

Parametar	min.	tip.	max.	jedinica
Napon napajanja	1,1	1,4	1,8	V
Struja baterije		0,3		mA
Frekvencijski opseg	150		3000	kHz
Ulazna otpornost		4M		M
Opseg ARP-a	30			dB
Pojačanje snage		70		dB

Električna šema najjednostavnijeg srednjetalasnog radio-prijemnika izvedenog sa kolom MK484 data je na slici 4.30-b. Preporučljivo je koristiti kristalnie (keramičkie), ili neke druge visokoomske slušalice. Trimer potenciometrom TP se podešava da napon na nožici 3 (između nje i mase) bude oko 0,9 V. Efikasnije je ako se ovo podešavanje obavi na sluh: prijemnik se podesi na neku slabiju stanicu i klizač trimera pomera dok se ne ostvari najglasniji prijem.

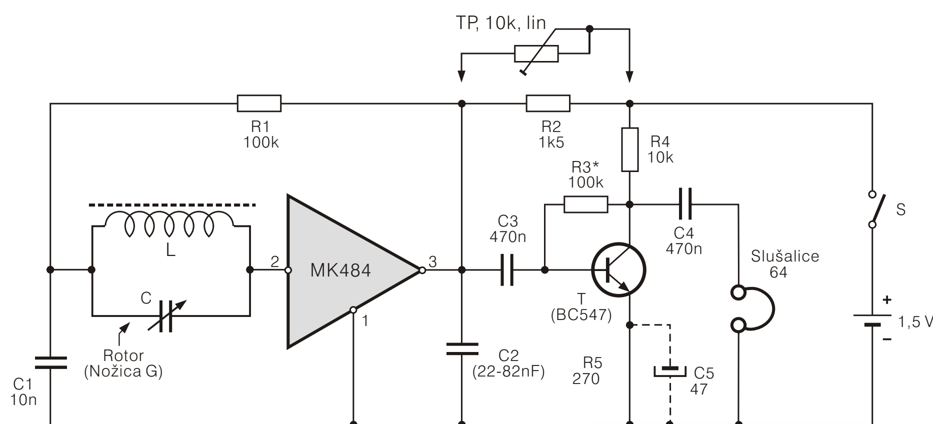
Mnogo glasnija reprodukcija preko



Slika 3.30-b. Najjednostavniji prenosni radio-prijemnik

savremenih slušalica otpornosti 32 može da se ostvari tako što se prijemniku sa slike 3.30-b doda jednostavan NF pojačavač sa tranzistorom. Takva jedna šema prikazna je na slici 3.31. NF signal sa izlaza kola MK484 se, preko sprežnog kondenzatora C3, vodi na jednostavan pojačavač sa tranzistorom BC547 (ili neki sličan), o kome je već bilo reči.

I u ovom prijemniku se koristi baterija od 1,5V pa se potreban pad napona od 0,6V ostvaruje sa R2=1,5 k . Za svaki slučaj, prvo umesto R2 zalemite trimer potenciometar od 5 k , klizač stavite u sredinu, uključite prijemnik i podesite ga na prazno mesto na skali, gde se ne čuje nikakva stanica. Između nožice 3 i mase priključite voltmetar i pažljivo pomerajte klizač dok instrument ne pokaže 0,9V. Ako nemate instrument, prijemnik podesite na neku stanicu i pažljivo pomerajte klizač trimera dok ne ostvarite optimalan prijem. Zatim, okrećite



Slika 3.31. AM radio-prijemnik sa kolom MK484

promenljivi kondenzator od jednog do drugog kraja i uverite se da prijemnik dobro radi u celom prijemnom području. Ako je sve u redu, isključite prijemnik, odlemite trimer, izmerite mu otpornost i na pločicu zalemite otpornik tolike otpornosti. Pri eksperimentisanju sa otpornikom R2 treba imati u vidu da njegova otpornost ne sme da bude manja od 600 .

* Dodavanjem R5 i C5 ostvaruje se bolja stabilizacija radne tačke tranzistora i izvesno isticanje tonova niskih učestanosti. Ako se doda samo R5, reprodukcija postaje kvalitetnija ali tiša.

* Savremene slušalice za prenosne uređaje imaju otpornost 32 . Otpornost od 64 se dobija rednim vezivanjem, što se obavlja na utičnici.

Na slici 3.32 su prikazani štampana pločica, feritna antena i izgled kompletnog prijemnika.

Ako sami pravite drugačiju štampanu pločicu, pošto je u pitanju VF uređaj, morate da se držite određenih pravila, da bi se ostvario pouzdan i stabilan rad:

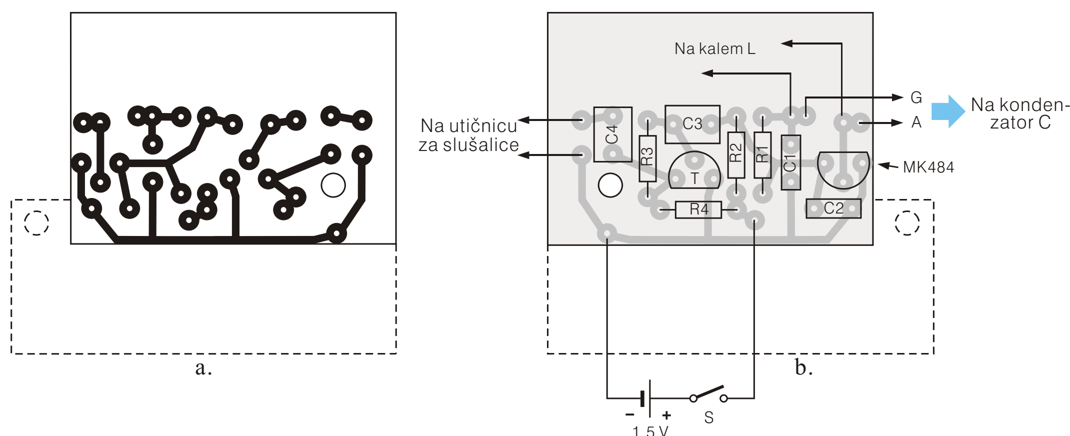
a. Razdvojni kondenzator C2 treba montirati što bliže nožici 1 kola MK484. Od veličine njegove kapacitivnosti zavise i pojačanje (raste pri povećanju kapacitivnosti) i granična učestanost NF signala (smanjuje se pri povećanju kapacitivnosti), pa mora da se ide na kompromis. Za početak stavite C2=82nF (može i 100nF). Ako vam se reprodukcija dopada - sve je u redu. Probajte sa manjom kapacitivnošću, pojačanje će se smanjiti ali će reprodukcija biti kvalitetnija itd.

b. Sve veze, a posebno one u blizini MK484, treba da su što je moguće kraće.

c. Feritna antena i promenljivi kondenzator treba da su što je moguće dalje od baterije, zvučnika (kad ga ima) i njihovih provodnika, kojima su spojeni sa pločicom.

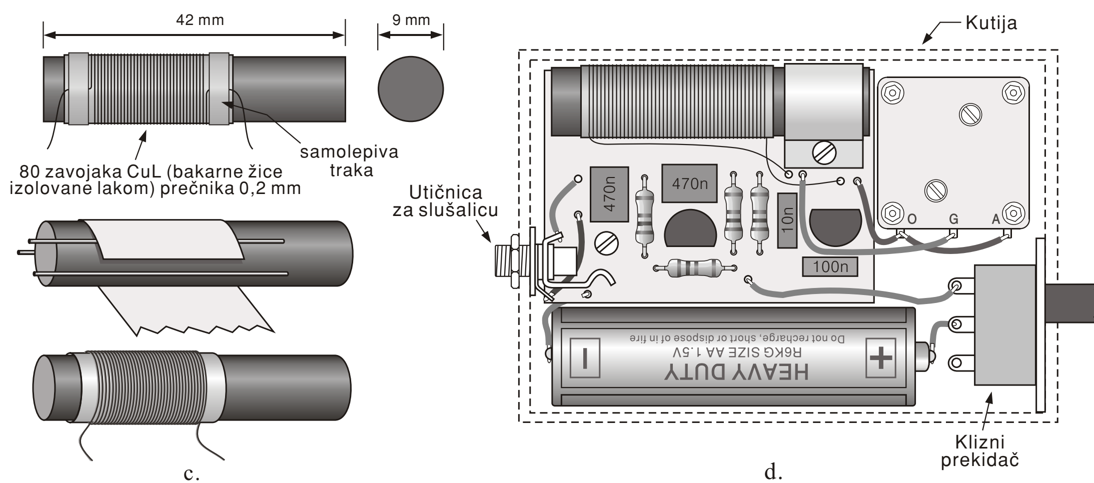
d. Sa tačkom u kojoj su spojeni R1 i C1 mora da bude spojen rotor (nožica G) promenljivog kondenzatora.

Što se tiče feritne antene najbolje je koristiti neku koja je izvađena iz rashodovanog fabričkog radio-prijemnika, o čemu je bilo više reči u projektu 3.8. Ako takvu ne posedujete, ili vam ona iz nekog razloga ne odgovara, možete da je napravite prema slici 3.32-c. Dužina feritnog štapa je oko 40 mm. Ako je vaš štap duži, presecite ga. To nije moguće uraditi testerom, već tako što se pomoću turpije u štap useče kanal u obliku prstena, i zatim,



Slika 3.32 Praktična realizacija radio-prijemnika sa slike3.31-a: a-štamapano kolo sa strane lemljenja, b-štampano kolo sa strane komponenata

jednostavno, polomi. Kalemsko telo se pravi tako što se na feritni štap, u nekoliko slojeva i uz mazanje lepkom za hartiju, namota traka od hartije. Pre početka motanja, između hartije i štapa se umetne nekoliko komada (na slici ih je tri) žice debljine oko 0,5 mm. Kalem ima 80 zavojaka lakom izolovane bakarne žice prečnika oko 0,2 mm. Početak i kraj kalema se fiksiraju komadima samolepive trake. (Početak žice se nasloni na kalemsko telo i preko njega se namota nekoliko navoja trake širine oko 3 mm. Isto se uradi i sa krajem žice). Kada je kalem namotan, izvuku se one tri žice. Na taj način je postignuto da kalemsko telo ne

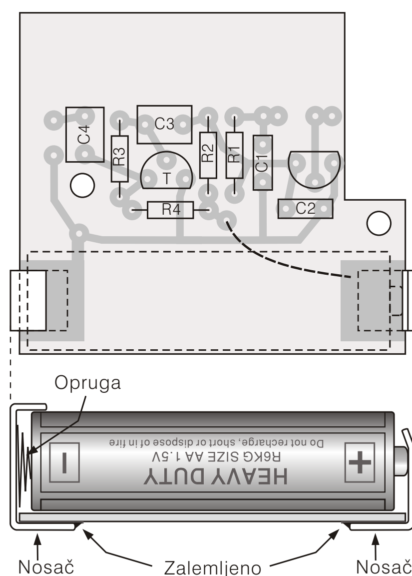


Slika 3.32 Praktična realizacija radio-prijemnika sa slike3.31-c-izrada feritne antene, d-kompletan uređaj

naleže čvrsto na štap, tako da može da se pomera levo-desno, čime se menja induktivnost kalema i pronalazi optimalna vrednost.

Ako ne posedujete feritnu antenu, možete da upotrebite naš kalem sa slike 3.6. U tom slučaju, izvod na kalemu "visi" (ne koristi se).

* Baterija se spaja sa štampanim kolom pomoću dva komada žice čiji se krajevi leme za bateriju. Takvo rešenje je dobro ako prijemnik koristi neko ko je vešt u lemljenju i nije mu teško da odlemi staru i zalemi novu bateriju. Ali, ako prijemnik nameravate da poklonite nekome, a dotična, ili dotični, nije baš neki ljubitelj lemljenja, moraćete da napravite nešto drugo. Najjednostavnije je da iz nekog rashodovanog džepnog prijemnika koji se napaja(o) iz dve baterije od 1,5 V izvadite kućište za baterije, malo ga prepravite i sa dve savitljive žice povežete sa štampanom pločom. Ako to nije moguće, napravite, prema slici 3.33, dva nosača od mesinganog lima i zalemite ih za dva pravougona bakarna ostrva na pločici. (U tom slučaju, pločica je većih dimenzija. Proširenje pločice je na slici 3.32-a i b prikazano isprekidanom linjom). Sad su na pločici i dve rupe kroz koje prolaze zavrtnji kojima se pločica fiksira na kutiju prijemnika. Na nosač koji dodiruje negativan kraj baterije se pričvrsti mala opruga koja obezbeđuje dobar kontakt. Ako je nemate, savite nosače malo više jedan ka drugom, tako da oni pritiskaju bateriju i ne dozvoljavaju joj da ispadne.

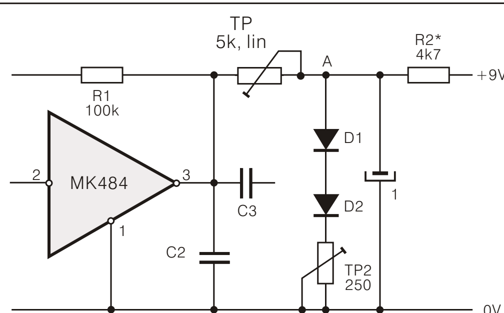


Slika 3.33- Montaža baterije na štampanu ploču

Kolo MK484 je japanska kopija čuvenog Ferantijevog kola ZN414, koga ova firma više ne proizvodi. Jedina razlika je u rasporedu nožica, što je prikazano na donjoj slici.



* Umesto MK484 može da se koristi TA7642.



* Kada se MK484 koristi u nekom prijemniku sa audio-pojačavačem snage, kao što je onaj na slici 3.35, koji se napaja iz baterije čiji je napon znatno veći od 1,5 V, korisno je, u pogledu stabilnosti rada, da se jednosmerni napon za MK484 stabiliše. To može da se ostvari pomoću jednostavnog stabilizatora koji obrazuju otpornik R2 i diode D1 i D2. Treba probati bez TP2. Ako je napon u tački A oko 1,4 V, sve je u redu. Ako je znatno manji, treba dodati TP2 i pomeranjem klizača podesiti da bude oko 1,4 V. Posle toga, na već opisan način treba izvršiti podešavanje pomoću TP1.

ZN414 i njegov naslednik MK484 su bili "poklon sa neba" za jednu posebnu grupu radio amatera čiji je cilj da radio-prijemnik smeste u kutiju za šibice. Sa ovim kolima to je

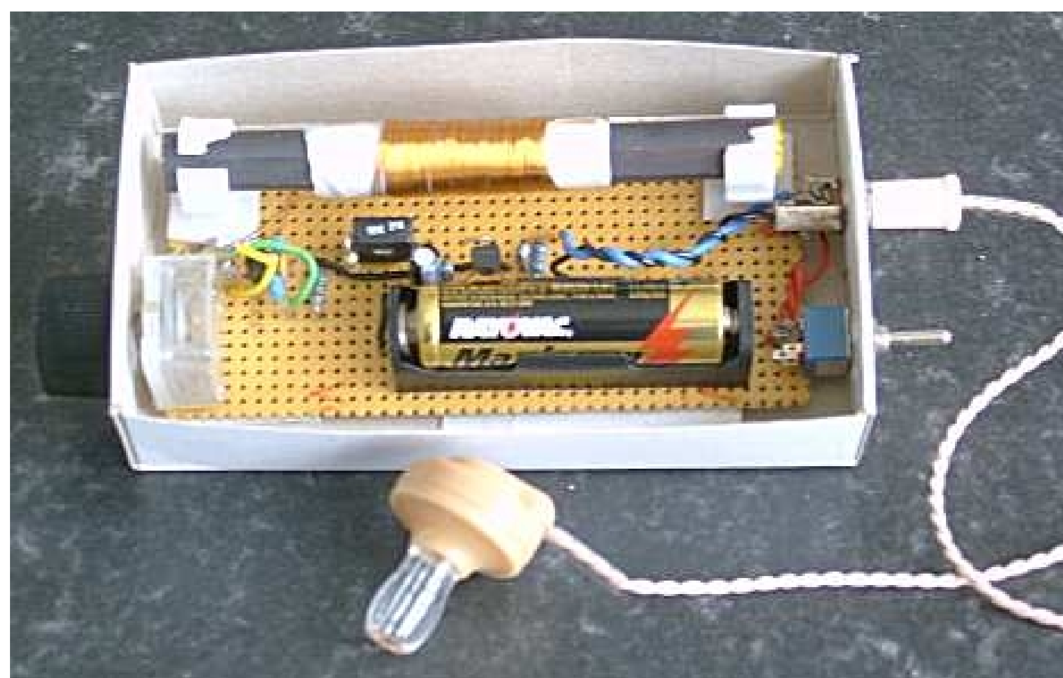
postalo sasvim jednostavno. Dva od mnogo primera takvih uređaja su na slikama 3.34 i 3.35 .

U prvom (slika 3.35), je prijemnik izrađen po šemi vrlo sličnoj šemi na slici 3.31 u kome se kao promenljivi kondenzator koristi starinski trimer kondenzator Ct. Baterija u obliku dugmeta je smeštena ispod crne plastične folije u donjem desnom uglu. Umesto prekidača koristi se utičnica za slušalicu koja je tako prepravljena da prekida kolo napajanja kad se utikač izvuče iz nje.



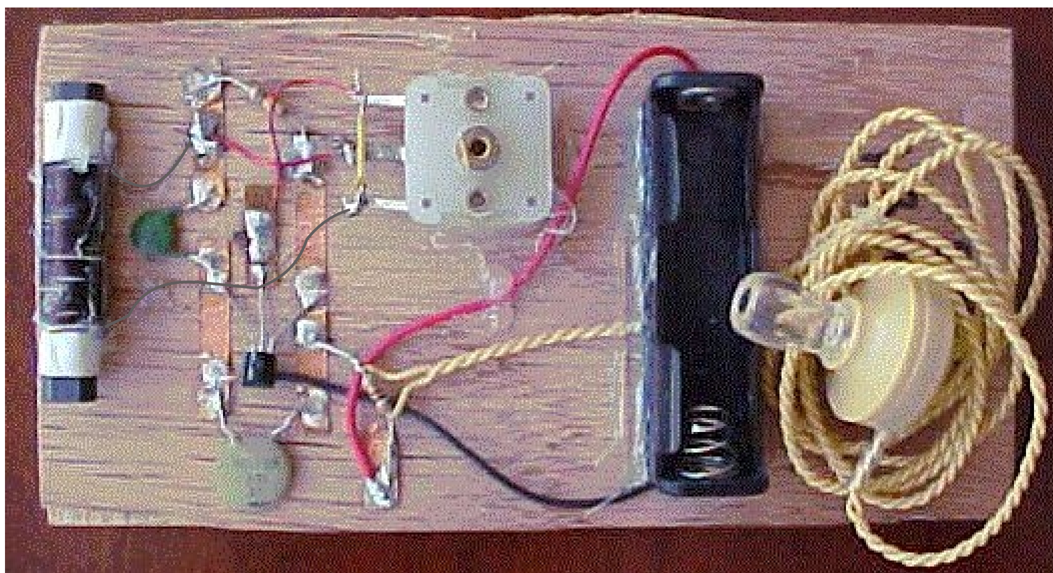
Slika 3.34. "Matchbox radio" sa kolom MK484

I drugi prijemnik (3.35) je napravljen po šemi vrlo sličnoj šemi na slici 3.31. I on je smešten u kutiju za šibice ali onu većeg formata. To je omogućilo da se iskoriti promenljivi standardni kondenzator koji se koristi u fabričkim radio-prijemnicima, o kome je bilo reči u tekstu u vezi sa slikom 3.7. Takođe, bilo je prostora i za veću feritnu antenu, kao i za kućište sa baterijom od 1,5 V. Kao što se vidi, u ovoj kutiji ima dosta slobodnog prostora, tako da bi u nju, uz malo pažljivije razmeštanje komponenata, mogao da se smesti i neki integrisani audio-pojačavač i minijaturni zvučnik, tako da bi to bio pravi radio-prijemnik.



Slika 3.35. "Matchbox radio" sa kolom MK484

Na slici 3.36 je prikazana praktična realizacija prijemnika sa slike 3.30-b, bez trimera, kondenzatora C3 i prekidača. Iskorišćena je tehnika "crknute bube" o kojoj je bilo reči u *Praktičnoj* ELEKTRONICI 2. Kao lemne tačke iskorišćeno je pet traka od bakarnog lima zalepljene za tanku ploču od izolacionog materijala. Za nju su zalepljeni i promenljivi kondenzator, feritna antena i kućište za bateriju. Za nekoga vrlo ružno, za nekoga vrlo lepo, ali - svira.



Slika 3.36. Prijemnik sa slike 3.30

Ako vam je priča o ovim prijemnicima interesantna, pogledajte original, kliknite na:
http://www.mds975.co.uk/Content/trfradios.html

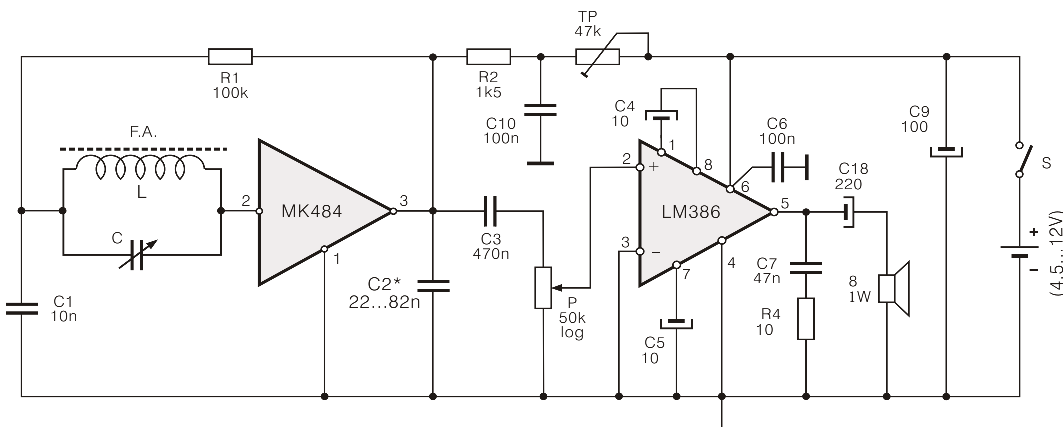


3.11. Prenosni prijemnik sa kolima MK484 i LM386

Autor ove knjige P.E. je vodio beleške dok je u laboratoriji testirao prijemnike koji su ovde opisani, koje je kasnije koristio pri pisanju teksta. Jedna od primedbi u vezi sa prijemnikom čija je električna šema data na slici 3.37 je bila: "Radi ODLIČNO". (Čitaoci se, možda, pitaju da li je to onaj, ranije pominjani, najbolji prijemnik? Nije, setite se: DE GUSTIBUS etc.).

Ovaj prijemnik je vrlo sličan prijemniku opisanom u prethodnom projektu, bitna razlika je u tome što se NF signal sa izlaza MK484 ne vodi na pojačavač sa tranzistorom već na pojačavač snage sa LM386, o kome je već bilo reči u prethodnim projektima. Umesto njega može da se koristi bilo koji audio-pojačavač, kao što su oni na slikama 3.15, 3.21 i 3.22.

Naročitu pažnju treba obratiti na napon na nožici 3. Kao i u prošlom projektu, klizač trimer potenciometra stavite u sredinu, uključite prijemnik i podesite ga na neku stanicu. Pažljivo pomerajte klizač trimera dok ne ostvarite optimalan prijem. Menjajte kapcitivnost promenljivog kondenzatora od kraja do kraja i uverite se da prijemnik dobro radi u celom prijemnom području. Ako se pojavi problem, pomerajte klizač. Kada sve bude u redu, isključite prijemnik, odlemite trimer, izmerite mu otpornost i na pločicu zalemite otpornik



Slika 3.37. AM radio-prijemnik sa kolima MK484 i LM386

3.12. Radio-prijemnik za kućnu upotrebu

Ovaj prijemnik ima maksimalnu izlaznu snagu od 3,4 W, što je mnogo više od snage potrebne za kućni prijemnik. U njemu se koristi audio-pojačavač sa kolom TDA1010A, koji je detaljno opisan u PE4, Audio-pojačavači. U ovo kolo su integrisani predpojačavač (PP) i pojačavač snage (PS), tako da je njegova osetljivost10 mV. (Osetljivost je veličina ulaznog napona pri kome se dobija maksimalna izlazna snaga.)

Mirna struja kola TDA1010A je 31 mA. To je velika vrednost za baterijsko napaja-

nje, pa se ovaj prijemnik, preko ispravljača, napaja iz gradske električne mreže.

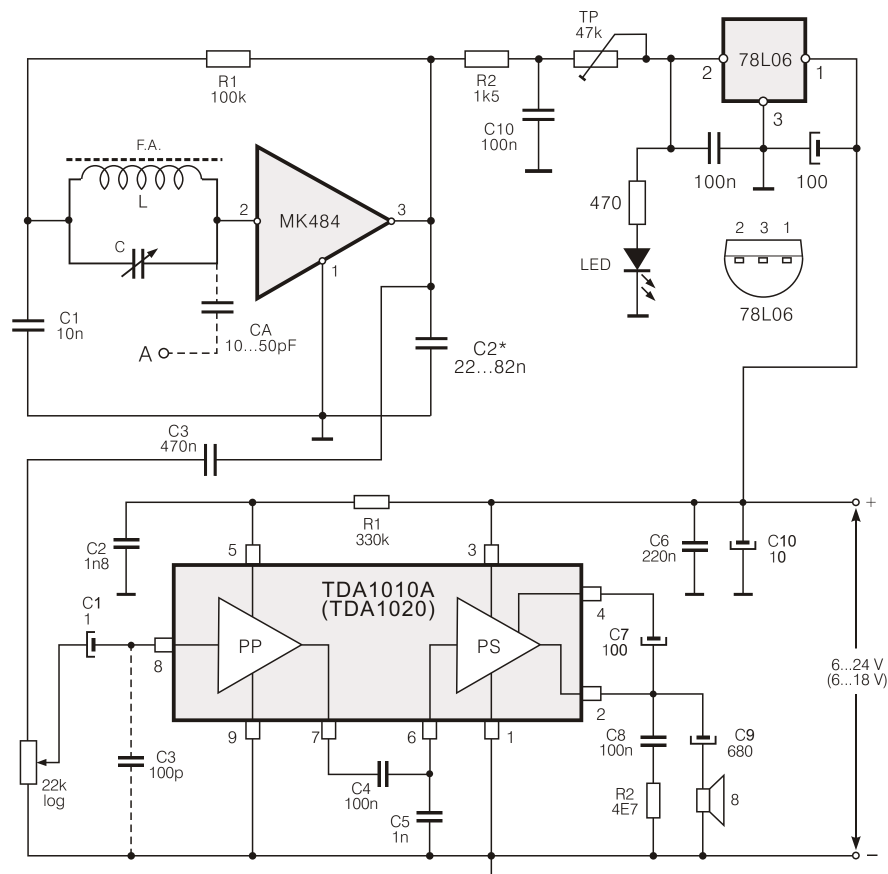
Električna šema prijemnika je prikazana na slici 3.38. Stabilizacija jednosmernog napona napajanja kola MK484 se obavlja pomoću stabilizatora 78L06.

* Podešavanje jednosmernog napona na nožici 3 se obavlja trimerom TP, na ranije opisan način.

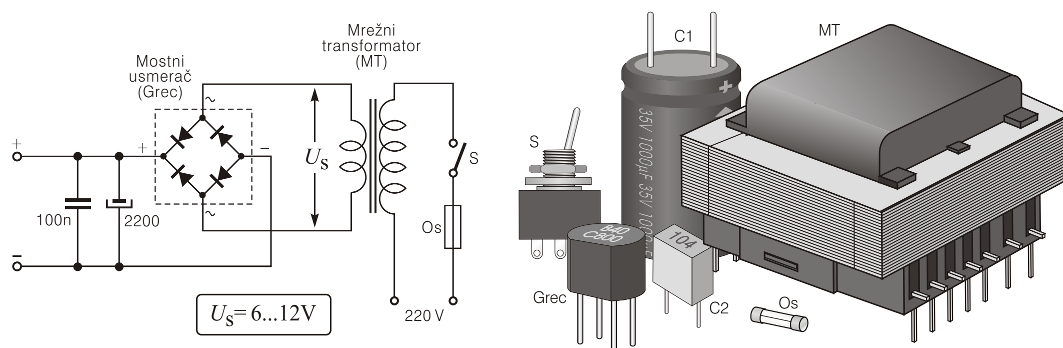
* Broj stanica koje mogu da se prime se veoma povećava ako se koristi spoljna antena. Ona se priključuje u tačku A. Veličina kapacitivnost sprežnog kondenzatora CA zavisi od dužine antene: duža antena - manja kapacitivnost. Ako se koristi spoljna antena u obliku komada žice dužine oko jednog metra, kondenzator CA nije potreba, antena se priključuje direktno na desni kraj promenljivog kondenzatora. Prijem može da se poboljša i dodavanjem uzemljenja. Ono se priključuje na masu.

* Ako se koristi spoljna antena, tada umesto feritne antene (FA) može da se koristi kalem sa slike 3.6 (za srednje talase) ili neki od kalemova sa slike 3.28 (za kratke talase, do 3 MHz). Može da se koristi i kalem sa slike 3.6 sa znatno više zavojak (za DT).

* Za napajanje prijemnika može da se koristi ispravljač sa slike 3.39. Sekundarni napon mrežnog transformatora treba da je od 6 V do 12 V, a snaga transformatora oko 10 W ili veća.



Slika 3.38. Stacionarni radio-prijemnik sa kolima MK484 i TDA1010A

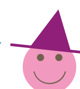


Slika 3.39. Ispravljač radio-prijemnik sa slike 3.38

* Kondenzator na ulazu audio-pojačavača (100pF) se koristi samo ako pojačavač pokazuje znake nestabilnog rada.

* LED dioda je indikator uključenosti uređaja. Treba je montirati na prednjoj strani kutije, u blizini prekidača S.

PAŽNJA!
U naredna tri projekta se koristi kolo ZN415 koje njegov proizvođač "Ferranti" više NE proizvodi, pa čitaocima preostaje da ga nabave od onih koji su se snabdeli na vreme, ili da sačekaju da Japanci počnu, ako već nisu, da ga proizvode, kao što su uradili sa ZN414.

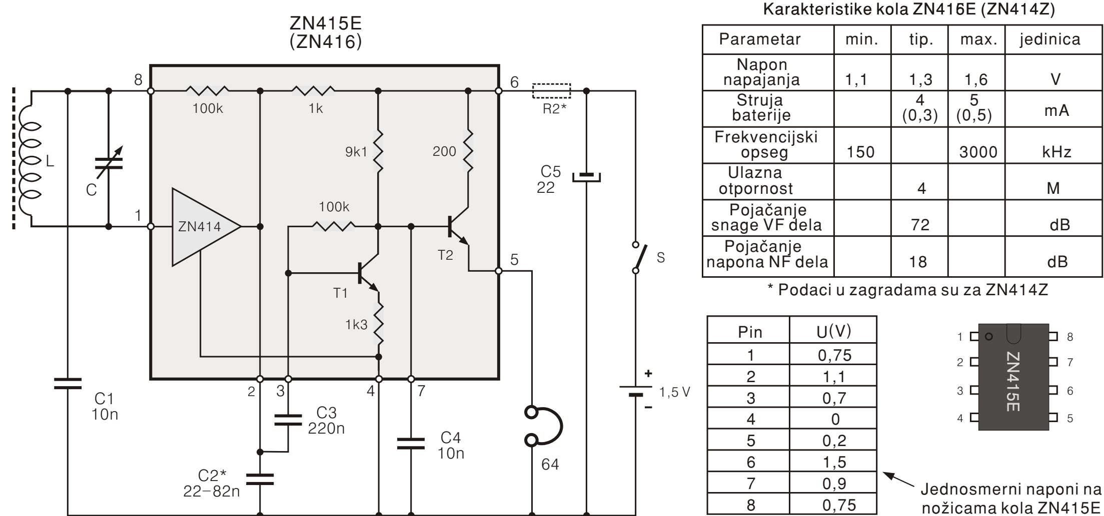


3.13. Minijaturni prenosni prijemnik sa kolom ZN415E (ZN416E)

Integrisano kolo ZN415, koje njegov proizvođač "FERRANTI" reklamira kao "najmanji radio na svetu", je poboljšana verzija kola ZN414. Kao što se vidi na njegovoj blok šemi, na slici 3.40, u 8-pinsko DIL kućište su smešteni kolo ZN414 sa otpornicima R1 i R2, pojačavač sa tranzistorom T1 i razdvojni stepen sa tranzistorom T2. U kolu su svi potrebni otpornici. Možda se neko od čitalaca pita zašto u kolo nisu integrisani i kondenzatori, tako da se spolja dodaju samo ulazno kolo, baterija i slušalice. Odgovor je sasvim jednostavan: u tehnici monolitnih integrisanih kola, za sada, nije moguće napraviti kondenzatore velike kapacitivnosti. Ipak, bez obzira na to, prijemnik na slušalice sa kolom ZN415 je stvarno izuzetno jednostavan.

Na način opisan u projektu 3.10, na izlazu kola ZN414 se dobija NF signal. On se, preko sprežnog kondenzatora C3, vodi na bazu T1, a pojačan dobija na njegovom kolektoru, odakle se direktno vodi na bazu T2. Kondenzatorom C4 se na masu odvodi ostatak VF nosioca signala stanice. Razdvojni stepen omogućuje da se na kolo priključe slušalice male otpornost (64), koje se danas najčešće proizvode i najlakše nabavljaju.

Za napajanje kola koristi se baterija od 1,5 V koja se priključuje između nožica 6 i 4. Imajući u vidu iskustvo stečeno u eksperimentima sa kolom ZN414, autor preporučuje čitaocima da, na ranije opisan način, (pomoću linearnog trimer potenciometra otpornosti od 5 do 10 k), probaju da poboljšaju prijem dodavanjem otpornika R2*, koji je na slici prikazan isprekidanom linijom.



Karakteristike kola ZN416E (ZN414Z)

Parametar	min.	tip.	max.	jedinica
Napon napajanja	1,1	1,3	1,6	V
Struja baterije		4 (0,3)	5 (0,5)	mA
Frekvencijski opseg	150		3000	kHz
Ulazna otpornost		4		M
Pojačanje snage VF dela		72		dB
Pojačanje napona NF dela		18		dB

* Podaci u zagradama su za ZN414Z

Pin	U(V)
1	0,75
2	1,1
3	0,7
4	0
5	0,2
6	1,5
7	0,9
8	0,75

Slika 3.40. Mini AM prijemnik sa kolom ZN415E

U gornjem desnom delu slike 3.40 je tabela sa osnovnim podacima o kolu ZN415. (Svi oni, osim onog u zadnjem redu, važe i za ZN414). U manjoj tabeli su podaci o jednosmernim naponima na nožicama kola. Ako nešto nije u redu, treba proveriti ove napone i ako su oni približno jednaki vrednostima u tabeli, sa kolom je sve u redu (ne baš 100%), a grešku treba tražiti u štampi, vezama, pogrešno zalemljenim komponentama i sl.

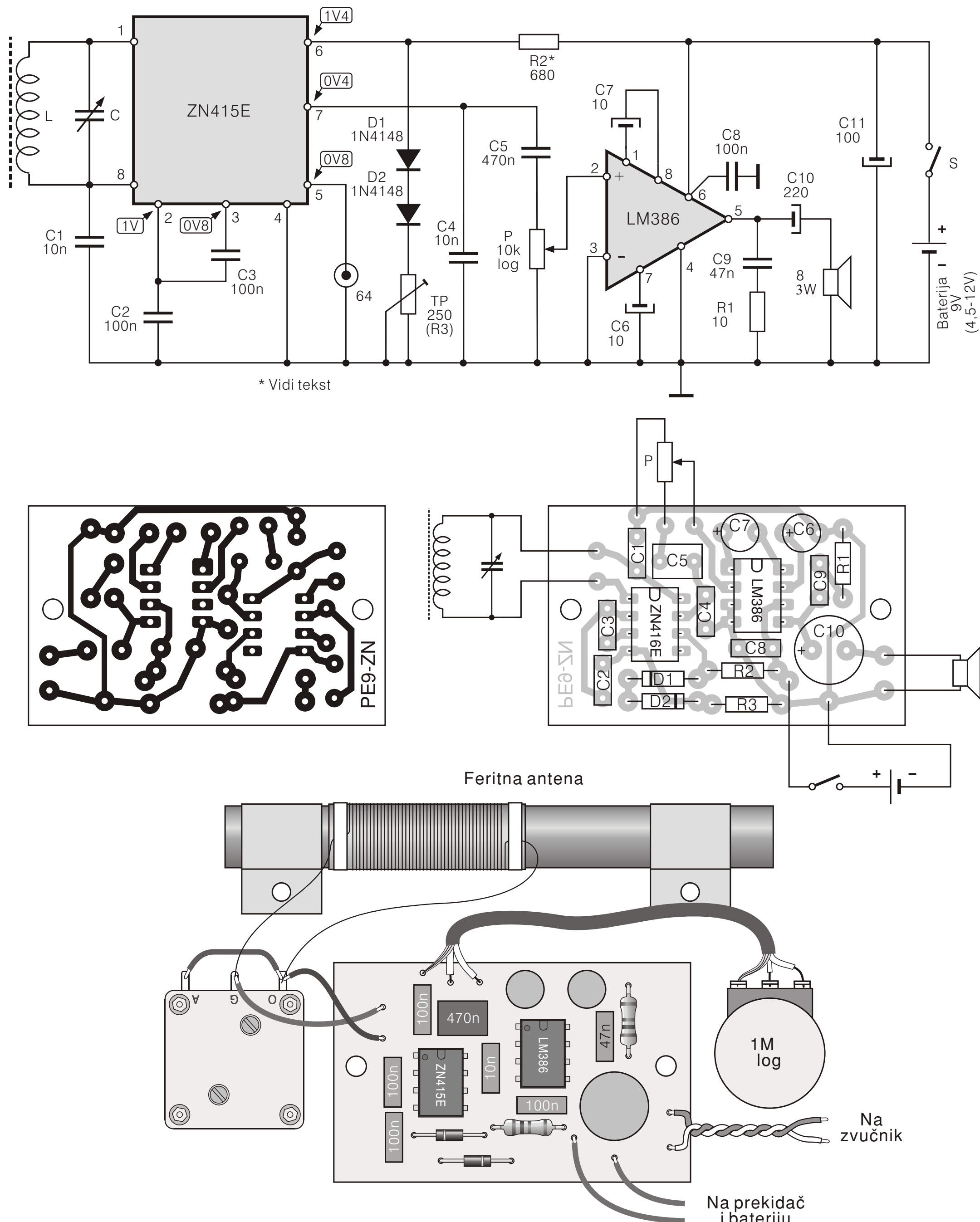
Za feritnu antenu ovog prijemnika važi sve što je o njoj rečeno u prethodnim projektima.

3.14-a. AM prijemnik sa kolima ZN415E i LM386

U ovom direktnom AM prijemniku su objedinjene osobine dva sjajna integrisana kola, ZN416E (VF pojačavač, detektor i pretpojačavač) i LM386 (audio pojačavač snage). Dodajte jedan ispravljač sa stabilizatorom napona sa kolom 7809, upotrebite zvučnik sa membranom prečnika oko 15 cm, sve to smestite u jednu od kutija opisanih u "Dodacima" i dobićete savremenu i poboljšanu silicijumsku varijantu starinskog radija od pre nešto manje od sto godina.

Električna šema je prikazana slici 3.41. Smanjenje (i stabilizacija) napona sa 9V na 1,5V, koliko treba za kolo ZN415, vrši se pomoću otpornika R2 i dioda D1 i D2, mada za to može da se iskoristi bilo koje kolo sa slike 3.34. Upotrebljene su univerzalne diode 1N4148, ali to mogu da budu bilo koje silicijumske diode male snage. Trimer potenciometrom TP otpornosti 250 vrši se fino podešavanje napona na nožici 6. (Prijemnik se podesi na neku stanicu u gornjem delu prijemnog područja (oko 1500kHz), a trimerom TP se podesi optimalan prijem). Posle toga, prijemnik se isključi, trimer otkači i izmeri njegova otpornost, a u kolo zalemi otpornik te otpornosti. (Na štampanoj pločici, taj otpornik je obeležen sa R3).

Štampana pločica, raspored komponenata na njoj i povezivanje sa ostalim komponentama prikazano je u donjem delu slike 3.40. Ako je prijemnik za kućnu upotrebu, svakako ga smestite u neku veću kutiju u koju može da se ugradi zvučnik većeg prečnika, oko 15 cm.



Slika 3.41. Električna šema i praktična realizacija prijemnika sa kolima ZN415E i LM386

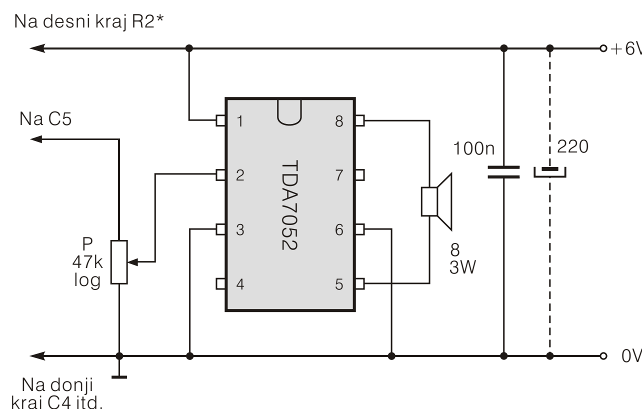
Feritnu antenu montirajte na zadnju ili jednu bočnu stranu, što je moguće dalje od zvučnika. Svi provodnici, posebno oni kojima je promenljivi kondenzator spojen sa pločicom, treba da su što kraći. Provodnike kojima se sa pločom spajaju zvučnik i ispravljač treba međusobno čvrsto uvrnuti, kao što je na slici prikazano za zvučnik. Potenciometar se, ako je od ploče udaljen više od desetak centimetara, sa njom povezuje pomoću oklopljenog mikrofonskog kabla.

Na kutiji može da se montira i utičnica za slušalice otpornosti 64 , koja se sa pločicom povezuje preko mikrofonskog kabla čiji se "živi" kraj lemi direktno na nožicu 5, a mrežasti oklop na najbližu masu. Slušalice mogu da se uključe i umesto zvučnika, tada utičnica treba da je takva da se, pri uključenju slušalica, zvučnik isključi.

* Umesto audio-pojačavača LM386 može da se koristi neko drugo, savremenije kolo. Autor preporučuje TDA7052A. Njegove glavne osobine su:

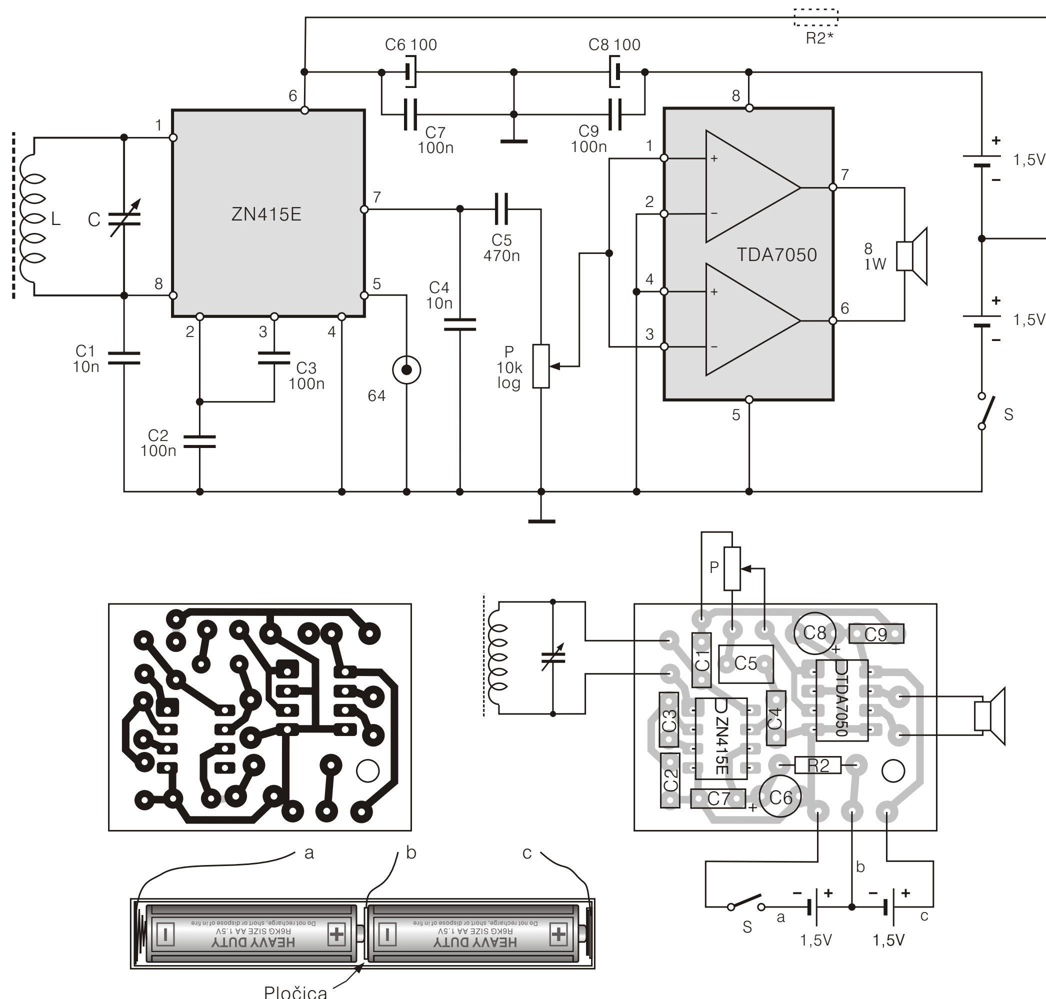
1. Izuzetna stabilnost rada
2. Ugrađena zaštita od kratkog spoja na izlazu
3. Nije potreban hladnjak
4. Mala potrošnja, I_o=4 mA
5. Nema "klik"-ova pri uključivanju i isključivanju
6. Naponsko pojačanje 39 dB
7. Izlazna snaga P_{iz}=1,2 W (tri puta veća LM386)
8. Kondenzator od 220 F nije potreban ako se koristi ispravljač na čijem izlazu

je elektrolitski kondenzator, a veze sa ispravljačem su kratke. U tom slučaju pojačavač je, ako ne računamo neizbežni kondenzator od 100nF, bez spoljnih komponenata, što je, u svakom pogledu, veoma značajna prednost.



3.14-b. Mini prenosni prijemnik sa kolima ZN415E i TDA7050

Baterija od 9 V nije više popularna kao nekad, verovatno zbog prilično velikog odnosa cena/kapacitet, pa se više skoro i ne koristi u prenosnim uređajima. Mnogo češće se koriste okrugle baterije od 1,5V. Na slici 3.42 je električna šema prenosnog AM prijemnika koji se napaja iz dve baterije od 1,5 V. Upotrebljena su dva integrisana kola ZN415 i TDA7050. Jednosmerni napon napajanja kola TDA7050 je isključivo 3 V, a ne sme da bude veći od 4 V. Napon baterija se smanjuje tokom upotrebe, ali kolo radi sve dok napon ne postane manji od 1,6 V. Pored toga, kolo ima male dimenzije, vrlo malu mirnu struju (4 mA), spolja mu treba dodati samo dve komponente (C8 i C9), što ga čini idealnim za upotrebu u prenosnim uređajima (radio-prijemnici, vokmeni itd.), čemu ga je proizvođač (Filips) i namenio.



Slika 3.42. AM prijemnik sa kolima ZN415E i TDA7050

* Treba zapaziti da umesto dve baterije ne može da se jednostavno priključi običan ispravljač sa naponom od 3V. U tom slučaju bi moralo da se nožica 6 kola ZN415, preko jednog od kola sa slike 3.35, zajedno sa otpornikom R2, spoji sa nožicom 8 kola TDA7050, a ispravljač priključi između nožice 8 i mase.

* Otpornik R2*, koji je na slici prikazan isprekidanom linijom, treba dodati samo u slučaju da prijemnik pokazuje znakove nestabilnog rada. Pronalaženje tačne vrednosti njegove otpornosti opisano je u prethodnim projektima.

* Slušalice otpornosti 64 se priključuju na izlaz kola ZN415 (između nožice 5 i mase), ili umesto zvučnika (tada reprodukcija može da bude mnogo glasnija).

Štampana pločica i raspored komponenata dati su na slici 3.42. Povezivanje ostalih komponenata se obavlja na sličan način kao i kod prijemnika iz prethodnog projekta. U levom donjem uglu prikazane su baterije u kućištu izvađenom iz nekog rashodovanog prijemnika. Između plusa leve i minusa desne baterije umetnuta je metalna pločica od mesinga za koju je zalemljena jedna od tri savitljive izolovane žice kojima se baterija spaja sa pločicom.

3.15. Direktni FM prijemnici

Frekvencijska modulacija se u radio-difuziji koristi u delu UKT opsega, od 88 MHz do 108 MHz. Taj opseg se na skalama radio-prijemnika obeležava sa FM, a prijemnici kojima se ostvaruje prijem frekvencijski modulisanih signala se nazivaju FM prijemnici.

Na dugim, srednjim i kratkim talasima, radio-difuzni predajnici koriste amplitudsku modulaciju. U skladu sa međunarodnim dogovorima, svakom od tih predajnika je na raspolaganju kanal širine 9 kHz, tako da je, prema karakteristikama AM signala, maksimalna učestanost informacije f_{NFmax}=4,5 kHz. Jednostavno rečeno, najviša učestanost komponenata zvuka koji se čuje iz zvučnika AM prijemnika je 4,5 kHz, sve iznad ove vrednosti je odsečeno u predajniku. Što se tiče govora, pomenuto odsecanje nije od velikog značaja, jer su najvažnije komponente ispod 4,5 kHz. (Pri prenosu preko telefona, odsecaju se sve komponente iznad 3,2 kHz i - niko se ne žali). Ali pri prenosu muzike, stvari stoje drugačije. Muzika ima mnogo više komponenata, a njihove učestanosti su sve do 15 kHz i odsecanje komponenata čije su učestanosti veće od 4,5 kHz pogoršava kvalitet prenosa.

Radio-difuznom FM predajniku je na raspolaganju kanal širine oko 250 kHz, a maksimalna učestanost informacije, prema karakteristikama FM signala, je f_{NFmax}=15 kHz. To znači da se muzika prenosi u potpunosti i da je kvalitet znatno bolji nego u slučaju prenosa pomoću AM. Pored toga, prenos pomoću FM ima i druge prednosti, od kojih je najznačajnija mogućnost odsecanja različitih smetnji koje se kod prenosa pomoću AM manifestuju kao krčanje, pucketanje i sl. Glavni nedostatak, ne frekvencijske modulacije već činjenice da se ona u radio-difuziji koristi na vrlo visokim učestanostima, je u tome što se elektromagnetski talasi vrlo visokih učestanosti ponašaju kao svetlost, kreću se pravolinijski, ne odbijaju se od jonosfere itd. Zbog toga je pri održavanju radio veze na UKT neophodna optička vidljivost između antene predajnika i antene prijemnika, što nije slučaj sa vezama na učestanostima nižim od oko 40 MHz. Praktično govoreći, na kratkim talasima je moguće ostvariti prijem signala iz bilo koje tačke na Zemlji, dok je na UKT domet ograničen na vidokrug. Hamlet bi rekao: kvalitet ili domet, pitanje je sad!

Može li, ipak, i jedno i drugo. Može, i to se već i radi, preko satelita, pomoću iste opreme koja se koristi za prijem TV signala i audio-pojačavača priključenog na audio izlaz satelitskog prijemnika. Za sada, u zemaljskim uslovima, oni koje interesuje šta se dešava u belom svetu prave i koriste AM prijemnike, a ljubitelji kvalitetne reprodukcije muzike FM prijemnike. A šta rade zainteresovani i za jedno i za drugo? Jednostavno, oni prave i koriste AM-FM prijemnike.

Direktni FM prijemnici nisu nikada fabrički proizvođeni, odmah se počelo sa superheterodinima, po blok-šemi na slici 4.6, o kojoj će kasnije biti reči. Ali, u amaterskoj praksi postoje i direktni FM prijemnici čije su električne šeme vrlo jednostavne i lako se praktično realizuju.

3.15.d. Najjednostavniji FM prijemnik

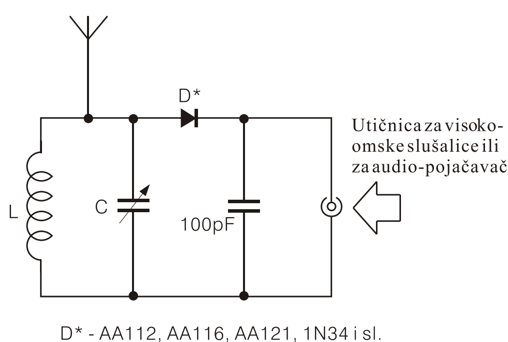
Na slici D1je električna šema najjednostavnijeg FM radio-prijemnika, na slici D2 je rezonantna kriva paralelnog oscilatornog kola koje obrazuju promenljivi kondenzator C i kalem L, a na slici D3 su naponi:

u_{NF} - niskofrekventni napon kojim se u predajniku vrši modulacija (govor, muzika...)

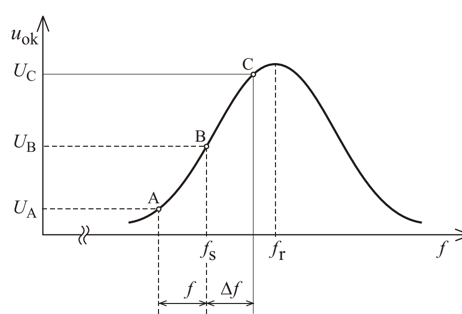
u_{FM} - frekvencijski modulisan signal u prijemnoj anteni (isti takav napon, ali sa mnogo većom amplitudom, je i u anteni predajnika)

u_{ok} - napon na krajevima oscilatornog kola

Rezonantna učestanost oscilatornog kola koje čine kondenzatori C i kalem L je jednaka f_S. Kada nema modulacije (nema signala u_{NF}, (spiker ćuti, nema muzike...)), amplituda napona na oscilatornom kolu je U_B. Kada trenutna vrednost signala u_{NF} raste, raste i učestanost, radna tačka se iz položaja B pomera ka položaju C, i napon u_{ok} raste. Pri smanjivanju napona u_{NF}, učestanost se smanjuje, radna tačka se pomera ka tački A i napon u_{ok} se smanjuje. Sve u svemu, na krajevima oscilatornog kola se dobija napon koji je modulisan i frekvencijski i amplitudski. On se vodi na redni diodni detektor, koji obrazuju dioda D, kondenzator od 100 pF i otpornost slušalica, pa se na njegovom izlazu dobija NF napon istog oblika kao u_{NF}.



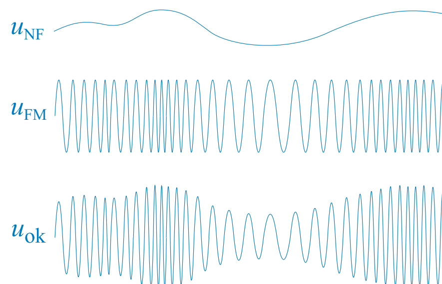
Slika D1. Najjednostavniji FM prijemnik



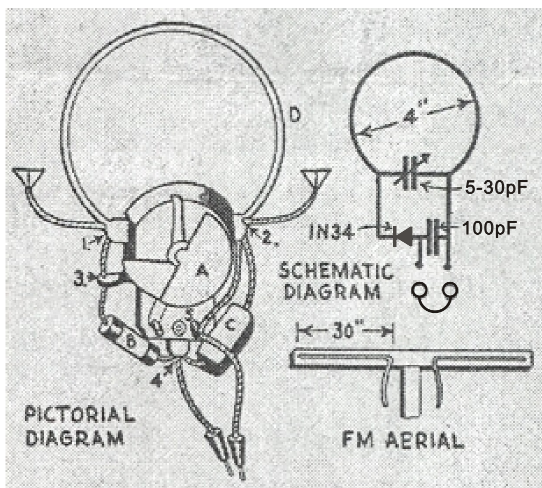
Slika D2. Rezonantna kriva oscilatornog kola sa slike D1

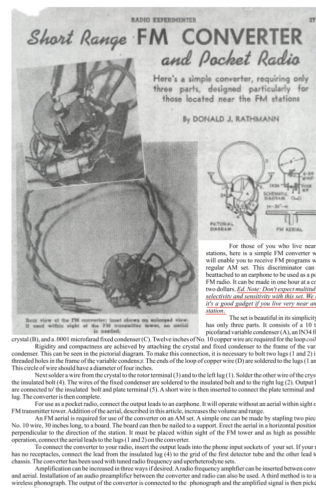
Oscilatorno kolo i redni detektor zajedno nazivaju se detektor na boku rezonantne krive.

Na slici D4 su montažna i električna šema FM prijemnika u kome se koristi lup antena koja je istovremeno i kalem L oscilatornog kola. To je komad deblje bakarne žice savijene u krug prečnika oko 10 cm. Krajevi antene su zalemljeni direktno na promenljivi kondenzator, a za iste krajeve je zalemljena i redna veza diode i blok kondenzatora od 100 pF. Visokoomske slušalice su priključene na blok kondenzator.



Slika D3. Naponi u kolu sa slike D1





RADIO EXPERIMENTER 27

Short Range FM CONVERTER and Pocket Radio

Here's a simple converter, requiring only three parts, designed particularly for those located near the FM stations

By DONALD J. RATHMANN

Rear view of the FM converter; inset shows an enlarged view. If used within sight of the FM transmitter tower, no aerial is needed.

For those of you who live near FM stations, here is a simple FM converter which will enable you to receive FM programs with a regular AM set. This discriminator can also beattached to an earphone to be used as a pocket FM radio. It can be made in one hour at a cost of two dollars. *Ed. Note: Don't expect multitube set selectivity and sensitivity with this set. We think it's a good gadget if you live very near an FM station.*

The set is beautiful in its simplicity and has only three parts. It consists of a 10 to 30 picofarad variable condenser (A), an lN34 fixed crystal (B), and a .0001 microfarad fixed condenser (C). Twelve inches of No. 10 copper wire arc required for the loop *coil* (D).

Rigidity and compactness are achieved by attaching the crystal and fixed condenser to the frame of the variable condenser. This can be seen in the pictorial diagram. To make this connection, it is necessary to bolt two lugs (1 and 2) in the threaded holes in the frame of the variable condens;r. The ends of the loop of copper wire (D) are soldered to the lugs (1 and 2). This circle of wire should have a diameter of four inches.

Next solder a wire from the crystal to the rotor terminal (3) and to the left lug (1). Solder the other wire of the crystal to the insulated bolt (4). The wires of the fixed condenser are soldered to the insulated bolt and to the right lug (2). Output leads are connected to' the insulated bolt and plate terminal (5). A short wire is then inserted to connect the plate terminal and right lug. The converter is then complete.

For use as a pocket radio, connect the output leads to an earphone. It will operate without an aerial within sight of the FM transmitter tower. Addition of the aerial, described in this article, increases the volume and range.

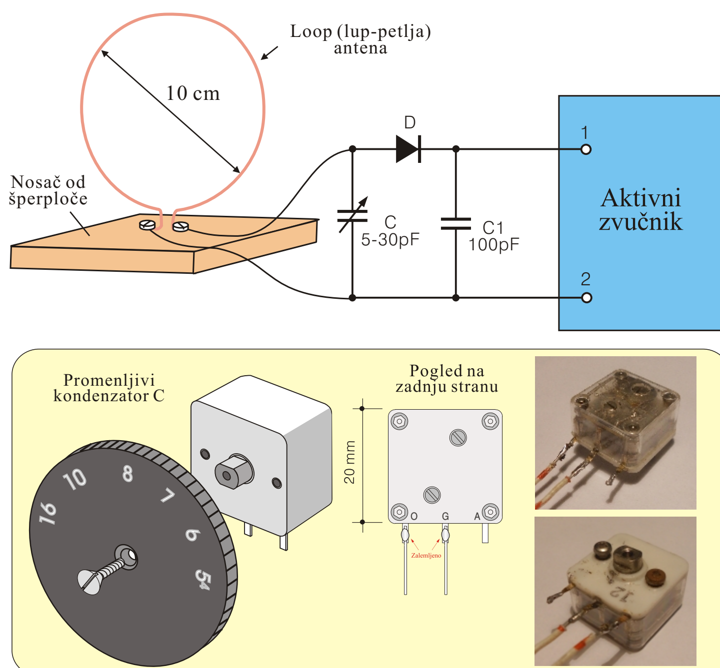
An FM aerial is required for use of the converter on an AM set. A simple one can be made by stapling two pieces of No. 10 wire, 30 inches long, to a board. The board can then be nailed to a support. Erect the aerial in a horizontal position and perpendicular to the direction of the station. It must be placed within sight of the FM tower and as high as possible. For operation, connect the aerial leads to the lugs (1 and 2) on the converter.

To connect the converter to your radio, insert the output leads into the phone input sockets of your set. If your radio has no receptacles, connect the lead from the insulated lug (4) to the grid of the first detector tube and the other lead to the chassis. The converter has been used with tuned radio frequency and uperheterodyne sets.

Amplification can be increased in three ways if desired. A radio frequency amphfier can be inserted betwen converter and aerial. Installation of an audio preamplificr between the converter and radio can also be used. A third method is to use a wireless phonograph. The output of the convertor is connected to the phonograph and the amplified signal is then picked up on the radio.

Slika D4. FM prijemnik sa lup antenom iz 1947.

U desnom delu slike je članak o ovom prijemniku, koji je objavljen u američkom časopisu RADIO EXPERIMENTER daaavne 1947. godine. Ali, zapazite primedbu urednika časopisa: nemojte od ovog uređaja da očekujete selektivnost i osetljivost koju ima superheterodini radio-prijemnuk. Mi mislimo da je to dobra stvarčica samo ako živite vrlo blizu FM radio-predajnika. To jeste istina. Ipak, ova šema se veoma dopala mnogobrojnim

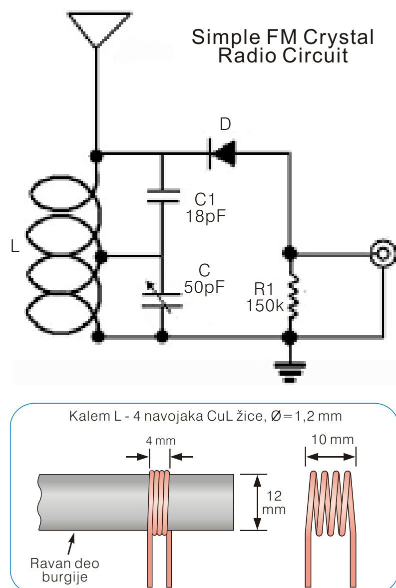


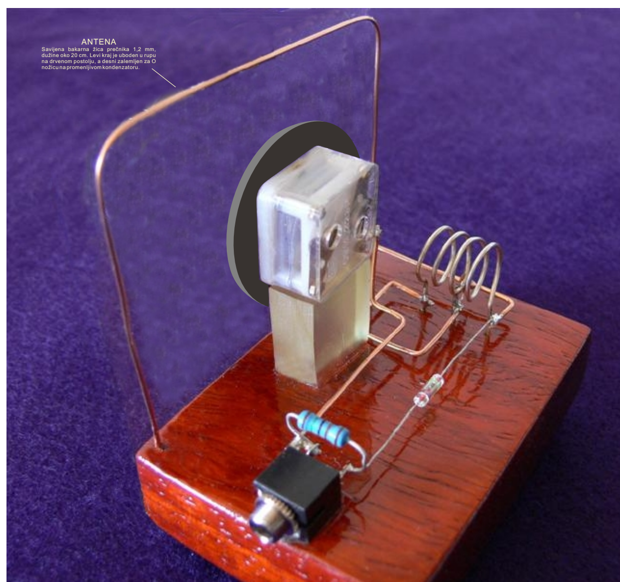
Slika D5. FM prijemnik sa lup antenom

ljubiteljima (amaterima) pasivnih (bez baterija) radio-prijemnika. Ali, pošto se visokomske slušalice više ne proizvode, NF signal sa izlaza detektora se vodi na audio-pojačavač, kao na slici D5.

Na slici D6 je jedno lepo rešenje čiji autor je profesor muzike. Pogledajte šta kaže profa, kliknite na:

http://solomonsmusic.net/FM_CrystalRadio.html

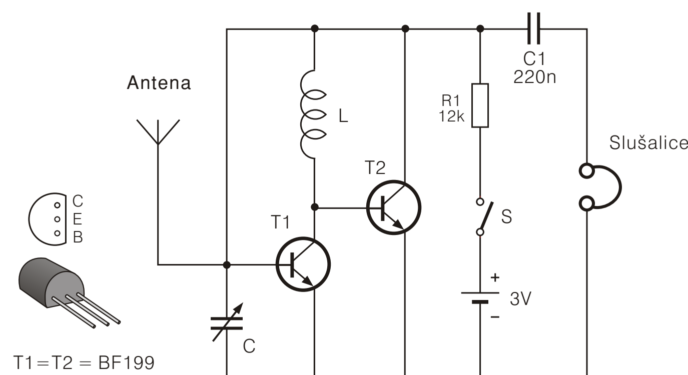




Slika D6. Mali, jednostavan, lep FM prijemnik

3.15.1. Jednostavan FM prijemnik

Električna šema izuzetno jednostavnog direktnog FM prijemnika prikazana je na slici 3.43. Tranzistor T2 sa otpornikom R1, kalemom L, promenljivim kondenzatorom C i međuelektrodnim kapacitivnostima tranzistora T1 obrazuje Kolpicov oscilator. Učestanost ovog oscilatora se, pomoću kondenzatora C, podešava da bude jednaka učestanosti stanice koju želimo da čujemo. (To znači da učestanost ovog oscilatora treba da se menja u granicama od 88 MHz do 108 MHz). NF signal, odnosno informacija kojom je u predajniku vršena modulacija, dobija se na otporniku R1, a sa njega se, preko sprežnog kondenzatora C1, vodi na visokoomske slušalice.



Ovaj prijemnik radi. Ali, bolji je onaj na slici 3.46.



Mož' da bidne, al ne mora da znači.



Slika 3.43. Najjednostavniji FM prijemnik

* Kapacitivnost promenljivog kondenzatora treba da se menja od nekoliko pikofarada (C_{min}) do dvadesetak pikofarada (C_{max}). Mi smo pri proveri rada ovog prijemnika koristili kondenzator sa slike 3.8. Korišćene su nožice označene sa FO i G, s tim što se sa masom spaja nožica G. Kada se svi trimer kondenzatori sklopa sa slike 3.8 podese da im je kapacitivnost minimalna, kapacitivnost kondenzatora između tačaka FO i G (kao i između FA i G) se menja u granicama od 7 pF do 27 pF.

* Kalem L ima četiri zavojka bakarne žice izolovane lakom (CuL), prečnika 1 mm, namotanih tako da je unutrašnji prečnik 4 mm. Praktična realizacija kalema je opisana u tekstu u vezi sa slikom 3.45. Pri podešavanju granica prijemnog područja, induktivnost gotovog kalema može da se promeni menjanjem rastojanja između zavojaka. Ako se kalem razvuče, tako da se rastojanja između navojaka povećaju - induktivnost se smanjuje. Obrnuto, ako se kalem stisne, tako da se navojci približe jedni drugima, - induktivnost se povećava. Ako promena nije dovoljna - namota se drugi kalem.

* Koristi se teleskopska antena, izvađena iz nekog rashodovanog uređaja. U nedostatku takve antene, sasvim dobro može da posluži komad izolovane bakarne žice

dužine oko 60 cm. (Optimalna dužina se nalazi eksperimentom).

3.15.2. Najjednostavniji FM prijemnik sa audio-pojačavačem

Radio-difuzni FM predajnici rade sa izlaznim snagama koje su mnogo manje od snaga AM predajnika. Zbog toga je i NF signal na izlazu prijemnika sa slike 3.43 prilično mali pa su neophodne vrlo osetljive slušalice. Takve slušalice su znatno skuplje od "običnih" slušalica, tako da je bolje da se koriste jeftine slušalice i audio-pojačavač. Takvo jedno rešenje u kome je iskorišćeno kolo TDA7050, prikazano je na slici 3.44. Otpornik R3 i kondenzatori C5 i C6 se dodaju samo ako dođe do pojave nestabilnog rada. Njihove optimalne vrednosti se nalaze eksperimentom, polazeći od vrednosti na slici.

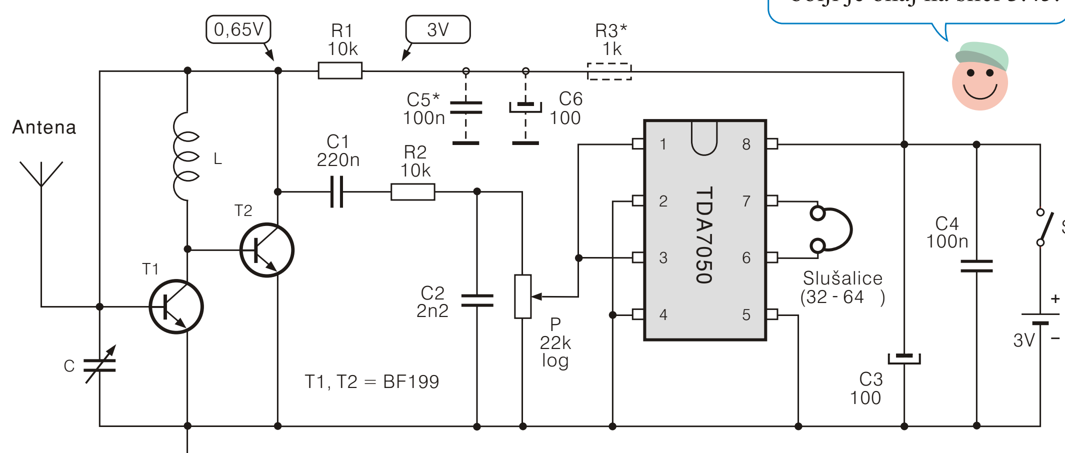
Za reprodukciju preko zvučnika može da se koristi bilo koji od ranije opisanih pojačavača, recimo onaj sa slike 3.21 (sa kojim smo ga i mi, vrlo uspešno, isprobali) ili 3.22, ili nešto iz PE4. Pošto se u ovim pojačavačima koristi baterija čiji je napon veći od 3 V, obavezna je upotreba otpornika R3 i kondenzatora C5. Otpornost R3 se računa po obrascu

$$R_3 = \frac{U_{Bat}\quad 3V}{0{,}235}\,[k\quad],$$

u kome je U_{Bat} - napon baterije, a 0,235 mA - struja kroz R1, koju vuku T1 i T2. Na primer, ako je U_{Bat}=9 V, tada je

$$R_3 = \frac{9\quad 3V}{0{,}235} = 25{,}5\,k\quad ,$$

I ovaj prijemnik radi. Ali, bolji je onaj na slici 3.45.



Slika 3.44. Jednostavan FM prijemnik sa audio-pojačavačem

a koristi se otpornik približne otpornosti.

Kondenzatori C5 i C6, zajedno sa R3, obrazuju filter propusnik vrlo niskih učestanosti, pomoću koga se vrši razdvajanje VF i NF dela prijemnika.

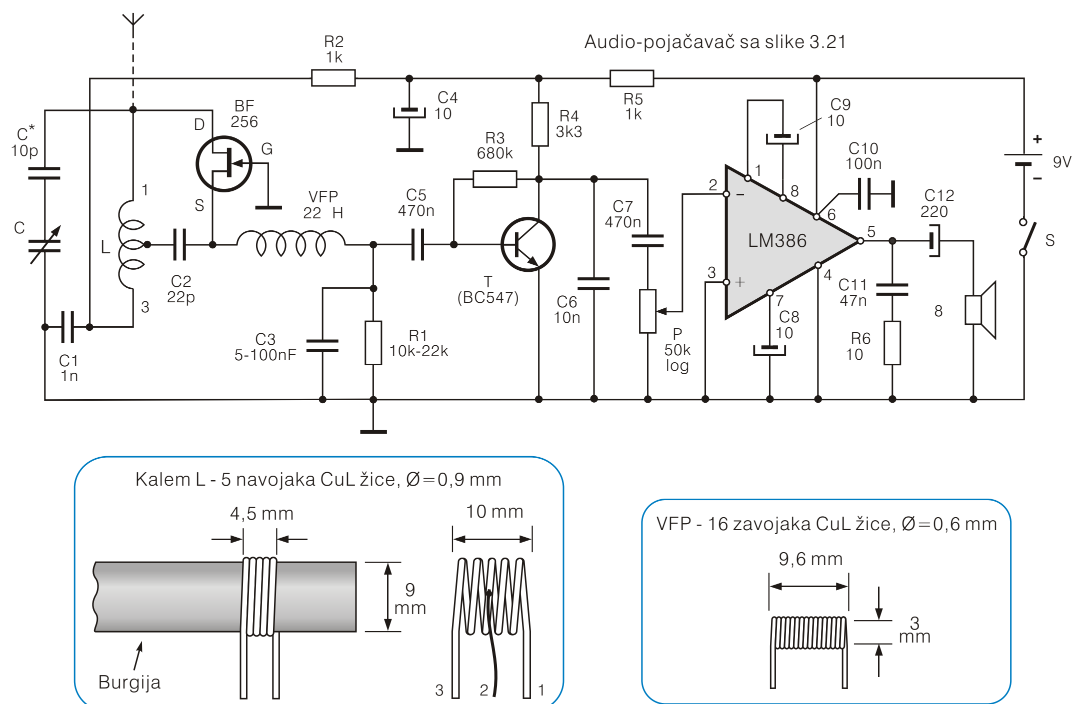
Baterija, dok je nova, je kratak spoj za naizmenične struje. Ali, kad ostari, njena unutrašnja otpornost poraste i više nema kratkog spoja. Zato se dodaju kondenzatori C3 i C4 koji ostvaruju kratak spoj.

3.15.3. FM prijemnik sa jednim tranzistorom i audio-pojačavačem

I ovaj prijemnik, čija je električna šema data na slici 3.45, smo praktično ispitali na eksperimentalnoj pločici, i on nam je danima svirao u laboratoriji. Sa žaljenjem smo ga rasturili, kad nam je pločica bila potrebna za proveru rada jednog od kasnije opisanih prijemnika. To je, takođe, superreakcijski prijemnik, kod koga tranzistor BF256, kalem L i kondenzatori C, C* i C2 obrazuju Hartlejev oscilator. Njegova učestanost se, pomoću promenljivog kondenzatora C, podešava da bude jednaka učestanosti stanice koju želimo da primimo. NF signal se dobija na otporniku R1, sa koga se vodi na audio-pojačavač.

* Kalem L je samonoseći kalem (bez kalemskog tela) od pet zavojaka bakarne žice prečnika od 0,8 mm do 1 mm, namotanih na nekom valjkastom telu (olovka, flomaster i sl., a najbolje na ravnom delu burgije prečnika 9 mm), u jednom sloju, navojak do navojka, kao što je prikazano u levom uokvirenom delu slike. Kad se skine sa tog tela, kalem se malo razvuče, tako da se navojci udalje jedan od drugoga i dužina kalema bude oko 10 mm. Izvod, sa kojim se spaja levi kraj kondenzatora C3, se pravi tako što se, približno na sredini kalema, sa žice ostruže lak,u dužini od nekoliko milemtara. Taj deo se kalajiše i na njega se zalemi kraj tanje žice. Njen drugi kraj se lemi u stopicu na štampanoj ploči koja je spojena sa stopicom u kojoj je zalemljen levi kraj C2.

* Kao promenljivi kondenzator može da se koristi kondenzator sa slike 3.8 (nožice FO i G; G na masu). Ako se koristi drugi promenljivi kondenzator veće kapacitivnosti, čijim menjanjem kapacitivnosti ne može da se ostvari prijem FM signala iz područja od 88 MHz do 108 MHz, treba probati sa drugom vrednošću kondenzatora C*. Njegova kapacitivnost se nalazi eksperimentom, a obično iznosi desetak pikofarada.



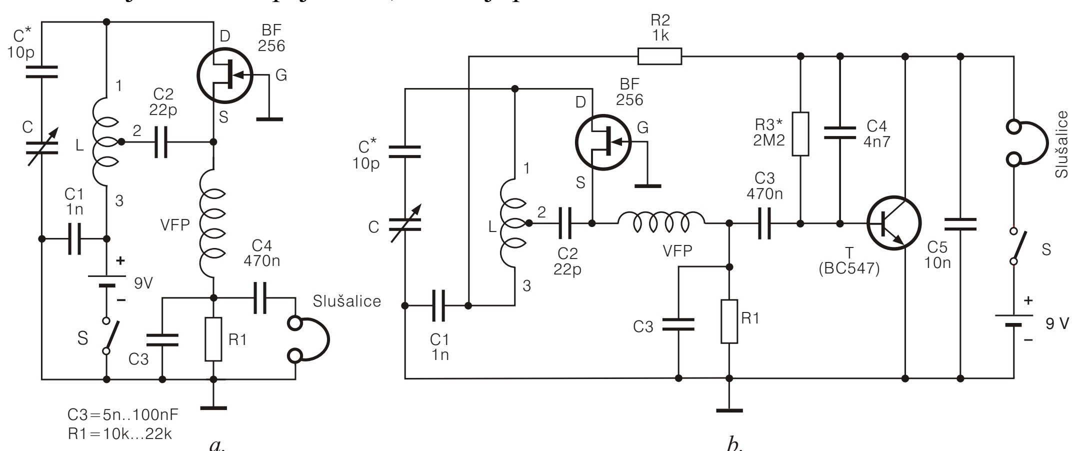
Slika 3.45. FM radio-prijemnik sa audio-pojačavačem

* VFP je visokofrekventna prigušnica. Ona sa C2 obrazuje filter koji sprečava da kroz R1 teče VF struja, a omogućuje da teku jednosmerna i NF struja. Prigušnica je u stvari kalem koji ima 16 zavojaka bakarne žice izolovane lakom, prečnika 0,6 mm, namotanih na ravnom delu burgije prečnika 3 mm.

* Ovaj prijemnik radi dobro i bez spoljne antene. Ona, po potrebi, može da se priključi, kao što je na slici prikazano isprekidanom linijom. Kao antena može da se koristi komad žice dužine oko 50 cm.

3.15.4. Najjednostavniji FM prijemnik br. 2

Na slici 3.46-a je još jedan sasvim jednostavan prijemnik. On ima više komponenata od prijemnika na slici 3.43 ali je znatno bolji. To je, kao što se lako zapaža, VF deo prijemnika sa slike 3.45, kod koga se reprodukcija vrši preko osetljivih visokoomskih slušalica. Ali, kao što je ranije već rečeno, osetljive slušalice su prilično skupe, pa je bolje koristiti obične slušalice i jednostavan pojačavač, kao što je prikazano na slici 3.46-b.



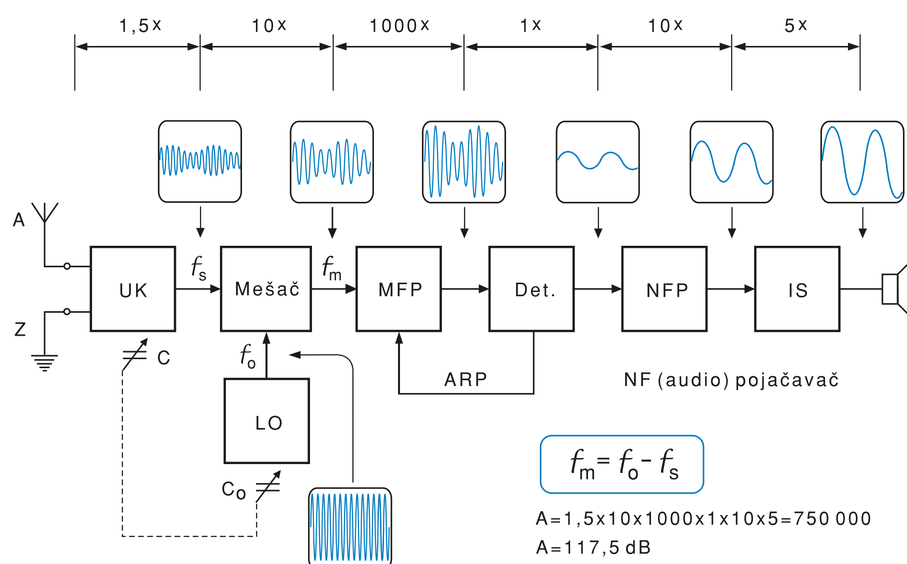
Slika 3.46. FM prijemnici sa slušalicama

4.

Što se tiče profesionalnih proizvođača, direktni radio-prijemnik je "odsvirao svoje". Posle poluvekovne borbe, njega je sa tržišta u potpunosti potisnuo supeheterodini radio-prijemnik, koji je 1918. godine patentirao Edvin Armstrong. U to vreme, posmatrano sa komercijalne tačke gledišta, glavna prednost superheterodinog prijemnika u odnosu na direktni reakcijski prijemnik je bila znatno jednostavnije podešavanje na stanice. Kod njega se to obavlja pomoću samo jednog dugmeta, za razliku od reakcijskog prijemnika kod koga za optimalnu podešenost treba naizmenično koristiti najmanje dva dugmeta, a, uz to, potrebno je dosta znanja, veštine i strpljenja, što prosečan kupac ne poseduje. Ali, superheterodini prijemnik je komplikovaniji od direktnog prijemnika, a podešavanje pojedinih njegovih stepena, tokom proizvodnje odnosno izrade, zahteva specijalizovane instrumente, koje prosečan radioamater ne poseduje. Ipak, izrada superheterodinog prijemnika u amaterskim uslovima nije nemoguća, a podešavanje, kada se poznaje princip rada, može da se izvede i "na sluh".

4.1. Superheterodini AM prijemnici

Blok-šema radiodifuznog superheterodinog radio-prijemnika prikazana je na slici 4.1. Od svih napona koje u anteni (A) stvaraju razni radio-predajnici i razni izvori smetnji, ulazno kolo (UK) izdvaja signal stanice na koju je prijemnik podešen. U našem primeru to je AM signal čija je učestanost nosioca f_S, a modulisan je prostim tonom, kao što se vidi u pravougaoniku iznad oznake. Ovaj signal se vodi u stepen koji se naziva mešač. U ovaj stepen se dovodi još jedan napon. To je napon iz loklanog oscilatora učestanosti f_O, konstantne amplitude. Pod istovremenim dejstvom oba signala, u mešaču dolazi do pojave koja se naziva izbijanje i na njegovom izlazu se dobija novi AM signal. Učestanost ovog signala je f_m=455 kHz. Ovaj signal se naziva MF (međufrekventni) signal, a učestanost f_m - međuučestanost ili međufrekvencija. MF signal ima istu obvojnicu kao signal stanice na ulazu u



Slika 4.1 Blok-šema superheterodinog AM prijemnika

mešač. Znači, informaciju od predajnika do mešača nosi signal učestanosti f_S, a u mešaču je preuzima novi nosilac učestanosti f_m. Pri prelasku na neku drugu stanicu, korisnik, okrećući dugme za biranje stanica, menja kapacitivnost promenljivog kondenzatora C i na taj način podešava rezonantnu učestanost ulaznog kola da bude jednaka učestanosti te druge stanice. Na istoj osovini sa kondenzatorom C, nalazi se još jedan promenljivi kondenzator, C_O, pa se i njegova kapcitivnost menja. Ovaj kondenzator se nalazi u lokalnom oscilatoru i učestanost lokalnog oscilatora dobija novu vrednost, takvu da je razlika učestanosti oscilatora i učestanosti nove stanice i sada jednaka međuučestanosti.

Evo jednog brojčanog primera. Međuučestanost usvaja konstruktor prijemnika, i ona je najčešće f_m=455 kHz. Kad je prijemnik podešen na stanicu čija je učestanost f_s=684 kHz, učestanost lokalnog oscilatora je f_O=1139 kHz, pa je njihova razlika jednaka

$$1139 \text{ kHz} – 684 \text{ kHz} = 455 \text{ kHz} = f_m.$$

Kad želi da pređe na stanicu koja emituje na učestanosti f_S=1008 kHz, slušalac menja kapacitivnosti kondenzatora dok rezonantna učestanost ulaznog kola ne bude f_S=1008 kHz, a učestanost oscilatora f_O=1463 kHz, tako da je i sada

$$1463 \text{ kHz} – 1008 \text{ kHz} = 455 \text{ kHz} = f_m.$$

Ako prijemnik ima više talasnih područja (DT, ST, KT1, KT2 ..), on je tako

konstruisan da za sve stanice, iz svih prijemnih područja, ima istu međufrekvenciju.

Šta se ovom promenom noseće učestanosti dobija? U dosadašnjoj priči nije pominjana jedna važna stvar, a to je da ulazno kolo ne može da bude dovoljno selektivno, tako da od svih signala u anteni izdvoji samo signal stanice na koju je podešeno. Pored ovog signala, na izlazu ulaznog kola dobijaju se i signali jakih i lokalnih predajnika, a naročito signali iz susednih kanala (signali čija je učestanost bliska učestanosti stanice na koju je ulazno kolo podešeno). Svi ovi signali u mešaču dobijaju nove nosioce čije se učestanosti razlikuju od f_m za onoliko koliko se njihove originalne noseće učestanosti razlikuju od f_S. Na primer, ako je ulazno kolo podešeno na stanicu čija je učestanost 1008 kHz, na njegovom izlazu, pored ovog signala, mogu da se pojave još dva signala iz susednih kanala, čije su učestanosti 999 kHz i 1017 kHz. Običan direktni prijemnik bi u ovoj situaciji bio poptuno nesposoban da potisne ove signale. Kod superheterodinog prijemnika nije tako. Ova tri signala idu na mešač, na koji iz oscilatora stiže napon učestanosti 1463 kHz. Dolazi do izbijanja i na izlazu mešača se dobijaju tri AM signala čije su učestanosti 455 kHz, 464 kHz i 446 kHz. Sva tri signala idu na MF pojačavač. Taj pojačavač ima više pojačavačkih stepena sa više oscilatornih kola podešenih na 455 kHz pa je vrlo selektivan i pojačava samo signal učestanosti 455 kHz, a ostale potiskuje u dovoljnoj meri, tako da ne ometaju prijem.

Sa izlaza MF pojačavača signal se vodi na detektor (Det.), NF pojačavač napona (NFP) i izlazni stepen (IS), o kojima je bilo reči u prethodnim projektima.

Sa ARP je označeno kolo preko koga se jednosmerna komponenta detektovanog signalam vraća na MF pojačavač u cilju ostvarivanja automatske regulacije pojačanja (ARP).

Iznad svih blokova na slici 4.1 je prikazan oblik signala na njihovom izlazu, posmatran pomoću osciloskopa, za slučaj da modulaciju u predajniku obavlja prost ton u obliku sinusoide. U gornjem delu slike su naponska pojačanja pojedinih blokova prosečnog superheterodinog radio-prijemnika za masovnu upotrebu. Ukupno pojačanje napona, a to je odnos napona na zvučniku prema naponu u anteni, je A=750 000.

Pojačanje prijemnika u decibelima je:

$$A(\text{dB})=20\log A=117{,}5.$$

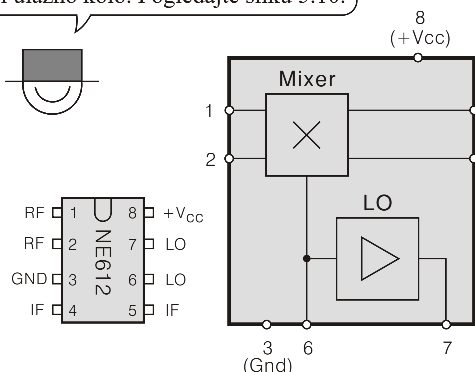
4.1.1. Najjednostavniji superheterodini prijemnik

Autor ovih redova pretpostavlja da je većinu čitalaca, naročito one koji pomoću ove knjige iz serije *Praktična* ELEKTRONIKA tek ulaze u svet radiotehnike, malo uplašila blok-šema sa slike 4.1. Može li po njoj, u amaterskim uslovima, da se napravi radio-prijemnik, pitaju se oni. Može. Autor ima prijatelja kome je to uspelo još pre četrdeset godina, u vreme elektronskih cevi, kada je praktična realizacija radio-prijemnika bila mnogo teža nego danas sa poluprovodnicima. (To je Dušan Vučković, poznat kao Zeleni Lari. Njegov radioamaterski pozivni znak je YT1FA, pa oni koji sumnjaju mogu da mu se jave). Ali, on je to radio u prostorijama radio-kluba YU1EXY, na tavanu Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, koristeći klupske, manje-više trofejne instrumente, i, što je mnogo, mnogo značajnije, uz pomoć i savete Saše Piosijana, Karakašević Radivoja i Kire Stojčeskog, koji su, naročito Saša, što se tiče radiotehnike, znali sve.

Glavni problem pri praktičnoj realizaciji superheterodinog prijemnika nije složenost šeme, već podešavanje, za koje su potrebni specijalni instrumenti i mnogo praktičnog iskustva, koje pomenuti čitaoci verovatno ne poseduju. Ali superheterodini prijemnici su, i u pogledu osetljivostost i u pogledu selektivnosti, znatno bolji od direktnih prijemnika, pa smo napravili jednostavnije varijante super prijemnika, kod kojih su podešavanja sasvim jednostavna, a obavljaju se "na sluh", bez instrumenata. Oni su realizovani pomoću integrisanog kola NE612, čiji su raspored nožica, blok-šema i osnovne karakteristike dati na slikama 4.2-a i b.

U ovom kolu se nalaze glavni "kritični" stepeni AM superheterodinog prijemnika, mešač i lokalni oscilator. Signal stanice se dovodi ili na nožicu 1 ili na nožicu 2 (ili između

Ovaj prijemnik bolje radi ako mu se doda i ulazno kolo. Pogledajte sliku 5.10.

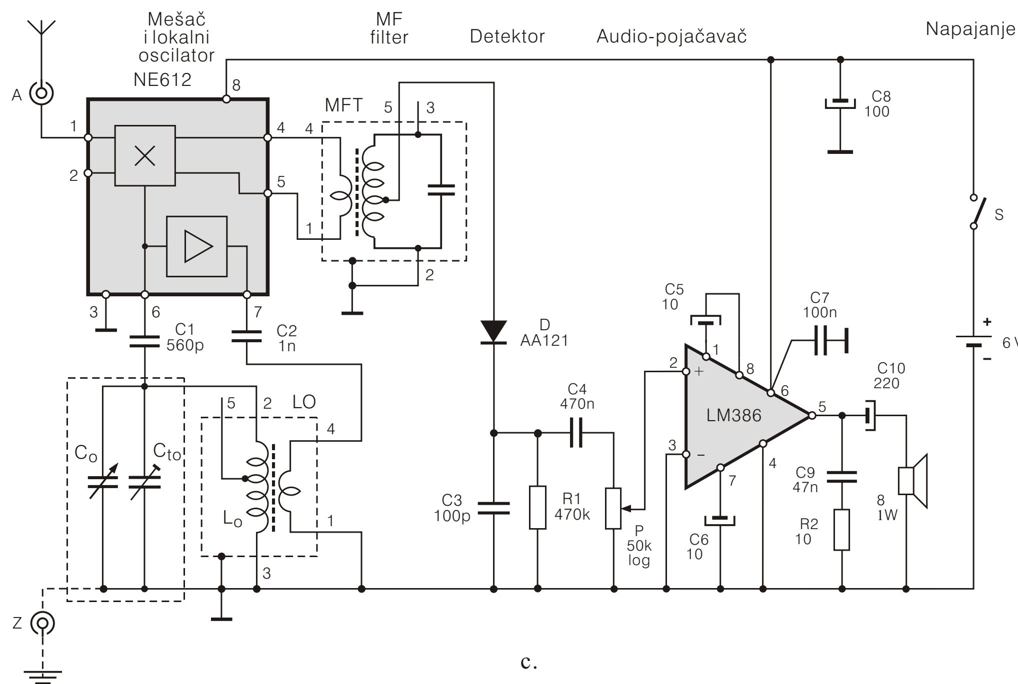


a.

Karakteristike kola NE612 (NE602, SA612, SA602)

Parametar	Oznaka	Veličina	Jedinica
Napon napajanja	V_{CC}	4,5 ··· 8	V
Struja napajanja	I_{CO}	2,4 ··· 3	mA
Ulazna otpornost (između 1 i 2 i Gnd)	R_{in}	1,5	k
Izlazna otpornost (između 4 i 5 i Gnd)	R_{out}	1,5	k
Pojačanje mešača	A_{mix}	14 ··· 17	dB
Maksimalna učestanost oscilatora	f_{omax}	200	MHz
Maksimalna učestanost mešača	f_{Mmax}	500	MHz
Veličina napona iz spoljnog oscilatora	U_o	200	mV

b.



Slika 4.2. Najjednostavniji superheterodini AM prijemnik: a-raspored nožica i blok-šema kola NE612, b-tehnički podaci o kolu NE612, c-električna šema prijemnika

njih u slučaju simetrične sprege sa prethodnim stepenom), a međufrekventni signal se dobija na nožici 4 ili 5 (ili između njih u slučaju simetrične sprege sa sledećim stepenom). Između nožica 6 i 7 se priključuju oscilatorno kolo koje određuje učestanost oscilovanja i kolo kojim se ostvaruje pozitivna povratna sprega. Nožica 3 se spaja sa masom, odnosno sa negativnim krajem izvora jednosmernog napona za napajanje prijemnika. Na nožicu 8 se dovodi pozitivan jednosmerni napon napajanja koji, prema tabeli datoj na slici 4.2, mora da bude u granicama od 4,5 V do 8 V. Veličina ovog napona nije kritična, ali je za normalan rad prijemnika vrlo značajno da napon bude stabilan, pa se on, kao što se vidi u nekim projektima u ovom poglavlju kao i u projektima sa NE612 u "Dodacima", posebno stabiliše.

U tekstu koji sledi biće opisana tri jednostavna superheterodina prijemnika sa kolom NE612. Još nekoliko će biti opisano u poglavlju "NE612", a na čitaocima je da se reše za jedan od njih, ili da kombinovanjem pojedinih stepena iz ovog poglavlja sa ranije opisanim stepenima VF pojačavača i ulaznih kola naprave šemu prijemnika koji njima najviše odgovara.

Električna šema najjednostavnijeg superheterodinog AM prijemnika na svetu, sa reprodukcijom preko zvučnika, prikazana je na slici 4.2-c. Prijemnik ima samo jedno oscilatorno kolo u MF pojačavaču (to je kolo označeno sa MFT) čija učestanost ne mora da bude podešena na neku posebnu vrednost. (Prijemnik normalno radi i ako je njegova učestanost veća ili manja od standardne vrednosti 455 kHz). Dalje uprošćavanje je ostvareno izostavljanjem ulaznog kola, tako da nema problema oko prilično komplikovanog podešavanja usklađenosti između ulaznog kola i lokalnog oscilatora. Naravno, oba ova uprošćavanja šeme imaju svoju cenu: ovaj prijemnik ima slabiju i osetljivost i selektivnost a i podložniji je smetnjama od kompletnog superheterodinog prijemnika. Ipak, i tako pojednostavljen on ima bolju i selektivnost i osetljivost od jednostavnijih direktnnih prijemnika.

Signali svih stanica se direktno iz antene dovode na nožicu broj 1, odnosno na mešač. S druge strane, na mešač stiže i VF napon iz lokalnog oscilatora, čija je učestanost jednaka rezonantnoj učestanosti paralelnog oscilatornog kola koje obrazuju C_O, C_{tO} i L_O. Ova učestanost, ako se zanemare štetne kapacitivnosti, je:

$$f_O = \frac{1}{2 \sqrt{L_O(C_O+C_{tO})}}.$$

Na izlazu mešača dobijaju se signali svih stanica ali sa novim učestanostima nosioca, koje su jednake razlici učestanosti oscilatora i njihovih originalnih učestanosti. Ali, samo jedan od ovih signala će imati učestanost nosioca koja je jednaka rezonantnoj učestanosti MFT-a, pa će se samo on javiti na krajevima ovog oscilatornog kola. Evo jednog brojčanog primera. Pretpostavimo da u anteni postoje signali tri srednjetalasne stanice čije su učestanosti f_{S1}=711 kHz (Niš), f_{S2}=855 kHz (Bukurešt) i f_{S3}=1008 kHz (Beograd 2), a učestanost MF transformatora (MFT) je f_m = 455kHz. Ako se učestanost oscilatora, pomoću promenljivog kondenzatora C_o, podesi na f_o=1166 kHz, na izlazu mešača se dobijaju signali čije su učestanosti

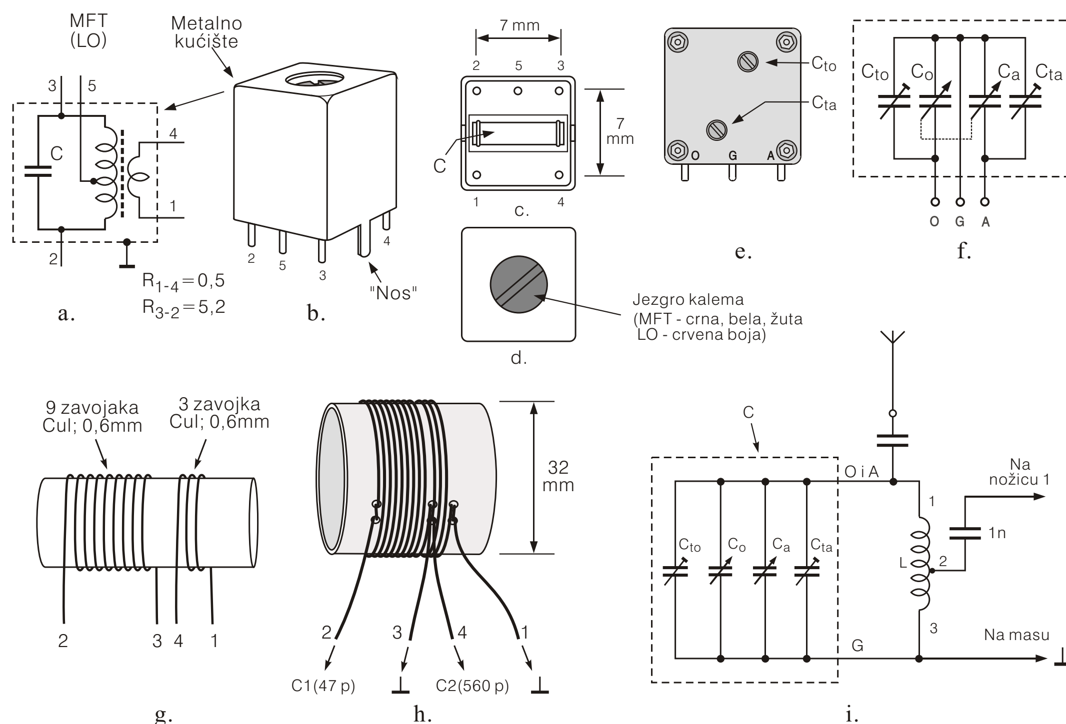
$$f_{m1}=f_o-f_{S1}=1166-711=455 \text{ kHz},$$
$$f_{m2}=f_o-f_{S2}=1166-855=311 \text{ kHz i}$$
$$f_{m3}=f_o-f_{S3}=1166-1008=158 \text{ kHz},$$

koji su modulisani programima odgovarajućih stanica.

Pošto je oscilatorno kolo na izlazu mešača (MFT) podešeno na učestanost 455 kHz, na njemu će postojati samo signal radio Niša, ostala dva će biti potisnuta. Ako želimo da čujemo Bukurešt, učestanost oscilatora treba podesiti na 1310 kHz, a za Beograd 2 na 1463 kHz. Naravno, slušalac ne mora da zna kolika je učestanost oscilatora, on jednostavno vrti kondenzator C_O dok ne čuje program stanice koju želi da sluša.

MF signal sa nožice 3 se vodi na detektor sa diodom AA121. NF signal se dobija na otporniku R1 odakle se, preko C4, vodi na potenciometar za regulaciju jačine P i audio-pojačavač.

* MFT se popularno naziva međufrekventni transformator. On spada u specijalne komponente koje se teško nalaze u prosečnim prodavnicama elektronskih komponenata, pa se radioamateri snabdevaju tako što ih vade iz rashodovanih fabričkih prijemnika. MF transformator je prikazan na slici 4.3-a,-b,-c,d. Kao što se vidi na slici 4.3-a, MFT je, u stvari, paralelno oscilatorno kolo sa izvodom na kalemu. Kalem je namotan na kalemskom telu sa feritnim jezgrom (njega simbolični predstavlja uspravna isprekidana linija) koje može da se pomera (pomoću odvrtke), što omogućava podešavanje rezonantne učestanosti kola, koja je, najčešće f_m=455 kHz. Na istom kalemskom telu je namotan još jedan kalem sa manjim brojem zavojaka. On sa većim kalemom obrazuje VF transformator preko koga se signal iz oscilatornog kola vodi u sledeći stepen prijemnika. Oba kalema i kondenzator C su smešteni u četvrtasto metalno kućište dimenzija 10x10x11mm (slika 4.3-b). Sa donje strane kutije je čet-



Slika 4.3. Komponente prijemnika sa slike 4.2: a,b,c,d-MFT i LO; e,f-promenljivi i trimer kondenzator lokalnog oscilatora; g,h-kalem oscilatora za kratke talase; i-nezavisno ulazno kolo

vrtasti plastični čep kroz koji prolazi pet nožica preko kojih se MFT montira na štamapanu pločicu, a koje su u unutrašnjosti kutije spojene sa kolom prema slici 4.3-a. Pored nožica, sa donje strane su i dva ispusta na kutiji ("nosevi") za koje se, kao i za nožice, na štampanoj ploči prave rupice kroz koje se oni provlače i leme za bakarne stopice povezane sa masom uređaja. Kod japanskih MFT-a, kondenzator C je smešten u udubljene u plastičnom čepu, kao što je to prikazano na slici 4.3-c. Deo jezgra koji može da se pomera pomoću odvrtke može da se vidi kroz otvor na gornjem delu kutije, slika 4.3-d. Ovaj deo je obojen da bi se MF transformatori, kojih u prosečnom fabričkom AM prijemniku ima tri, međusobno razlikovali. Boje su bela, žuta i crna. (Postoji još jedna metalna kutija istog oblika kao i one u kojima su MF transformatori, čije je jezgro obojeno u crveno. U njoj je kalem lokalnog oscilatora).

Skidanje MFT-a sa štampane ploče nije tako jednostavno kao što se čini i treba ga obavljati vrlo pažljivo. Lemilicu ne treba dugo držati naslonjenu na nožice jer postoji opasnost da se istopi plastični čep. Prvo treba pomoću lemilice i vakum pumpe (ili komada mrežice izvađenog iz koaksijalnog kabla za TV antene) skinuti sav kalaj oko nožica i "noseva". Tek kad su svi oni slobodni, MFT se vadi sa štampane pločice.

* Slike 4.3-a,b,c i d skoro u potpunosti važi i za kalem oscilatora (LO). Jedina razlika je u tome što u LO nema kondenzatora C. Spolja gledano, dok se ne skinu sa štampane ploče, LO i MFT-i se razlikuju samo po boji kojom je obojen gornji deo jezgra, koji se vidi kroz otvor na metalnim kutijama. Kod LO boja je crvena, a kod MFT-a - bela, crna i žuta. Pri crtanju dela štamapanog kola gde će biti smešten LO, strogo mora da se vodi računa da nožice 1 i 4 ili 2 i 3 ne zamene mesta. Ako se to desi, reakcija (povratna sprega) će biti negativna i oscilator neće moći da radi. Ako, međutim, pri crtanju štampanog kola zaključite da će ono biti lepše ako se sa masom spoji nožica 4 (umesto nožica 1), to može da se uradi samo pod uslovom da sa masom spojite i nožicu 2 (umesto 3).

* Fino podešavanje (ako se ukaže potreba) induktivnosti LO i MFT se vrši okretanjem jezgra, pomoću odvrtke.

* Sa C_O i C_{tO} su označeni promenljivi kondenzator i trimer kondenzator u oscilatornom kolu oscilatora. Prema slici 4.3-e,f, na kojoj je prikazan kondenzator o kome je bilo reči u tekstu u vezi sa slikom 3.7, pomenuti kondenzatori su povezani sa nožicama označenim sa O i G. (C_a i C_{ta} se ne koriste). Sa masom se spaja nožica G.

* Prijemnik sa slike 4.2 može da se koristi i za prijem AM stanica iz oblasti kratkih talasa. Sve što treba da se uradi je da se, prema slici 4.3-g,h, napravi novi kalem za oscilator. Kalem se mota žicom prečnika oko 0,4 mm (žica može da bude i deblja), na kartonskom valjku prečnika 32 mm, koji je korišćen i pri izradi kalema na slikama 3.6 i 3.28. Broj zavojaka je devet, ali treba probati i sa više, recimo dvanaest i sa manje. Kalem za povratnu spregu ima tri zavojka a mota se pored (kao na slici) ili preko prvog kalema. Ako ste već probali prijem KT stanica ranije opisanim direktnim prijemnicima, bićete iznenađeni mnogo većom selektivnošću prijemnika sa slike 4.2. U večernjim časovima moći ćete da ostvarite prijem vrlo velikog broja stanica na radio-difuznim, profesionalnim i amaterskim opsezima.

Pri prijemu KT stanica treba probati i sa manjim kapacitivnostima kondenzatora C1, recimo sa C1=33 pF i sl., jer ovaj kondenzator ima uticaja na učestanost oscilatora.

* U prethodnom brojčanom primeru videli smo da se podešavanje na stanicu ostvaruje podešavanjem učestanosti lokalnog oscilatora i da će se, pri f_m=455 kHz , Radio Niš čuti kada se učestanost oscilatora podesi na f_O=1166 kHz. Sve ostale stanice će u mešaču dobiti nove nosioce čije su učestanosti ili veće ili manje od 455 kHz, pa će ih MFT potisnuti. Ali, priča još nije završena. Šta će biti ako postoji stanica koja radi na učestanosti 1621 kHz? Njenim mešanjem sa naponom iz lokalnog oscilatora dobija se signal čija je učestanost

$$1621 \text{ kHz} – 1166 \text{ kHz} = 455 \text{ kHz}.$$

Sada na MFT-u postoje dva međufrekventna signala. Oba imaju istu učestanost nosioca (455 kHz), jedan nosi program Radio Niša a drugi program stanice koja emituje na učestanosti 1621 kHz. Oba ova programa se čuju u zvučniku prijemnika, došlo je do pojave interferencije (mešanja stanica). Stručno se kaže da je došlo do pojave smetnje usled simetrične stanice. To je stanica čija je učestanost (f_{ss}) za f_m veća od učestanosti oscilatora:

$$f_{ss}=f_O+f_m.$$

Potiskivanje simetrične stanice mora da se obavi pre mešača. U radio-difuznim prijemnicima to se obavlja pomoću ulaznog kola, a u profesionalnim prijemnicima pomoću ulaznog kola i VF pojačavača. Ako u prijemniku sa slike 4.2 zapazite pojavu smetnje od simetrične stanice (pojavu mešanja stanica ili, što je češći slučaj, pojavu tona u obliku zviždanja, pištanja i sl.), promenite malo učestanost MFT-a (okretanjem jezgra kalema, pomoću odvrtke), pa prijemnik ponovo podesite na stanicu.

* Ako se prijemnik sa slike 4.2 napaja iz baterije (ili ispravljača) čiji je napon veći od 6 V, u pozitivan vod za napajanje kola NE612 mora da se ubaci neki stabilizator napona, kao što je urađeno u prijemnicima na slikama 5.7 i 5.9.

* Ako pri potpuno otvorenom kondenzatoru C_O ne može da se ostvari prijem neke stanice koja radi na učestanosti oko 1500 kHz (to je verovatno vaša lokalna stanica), smanjujte kapacitivnost C_{tO} (okretanjem, pomoću odvrtke) dok se stanica ne pojavi. Slično tome, ako se pri potpuno zatvorenom kondenzatoru C_O ne čuje neka vama draga stanica (recmo Radio-Budimpešta) koja radi na učestanosti oko 500 kHz, povećajte induktivnost kalema LO (uvrtanjem jezgra, pomoću odvrtke). Ako to ne daje zadovoljavajuće rezultate, promenite malo učestanost MFT-a, pa probajte ponovo.

* Prijem može da se znatno poboljša ako se prijemniku doda i ulazno kolo. Da bi se izbegli problemi u vezi sa podešavanjem usklađenosti UK i LO, može da se koristi ulazno kolo sa posebnim promenljivim kondenzatorom, kao na slici 4.3-i. Koristi se "naš" kondenzator sa slike 3.7, sa svim kondenzatorima povezanim u paralelu, i "naš" kalem sa slike 3.6. Ppodešavanje na stanicu se obavlja pomoću dva dugmeta, što nije "za svakoga". Prvo se, okretanjem i jednog i drugog dugmeta, prijemnik, "kako-tako", podesi na neku stanicu, a zatim se, vrlo pažljivo, "izvuče" optimalan prijem.

Šema na slici 4.2 može da bude jednostavnija, da ima manje komponenata, ako se umesto LM386 koristi TDA7052. Tada će i izlazna snaga biti znatno veća.



Ali, ako se na slici izostavi pojačavač sa kolom LM386, a umesto R1 priključe visokoomske slušalice, to je, stvarno, najjednostavniji superheterodini prijemnik na svetu.



4.1.2. Kompletan (ne baš 100%) superheterodini AM prijemnik

Električna šema je data na slici 4.4. Lako se zapaža da je to prijemnik sa slike 4.2 kome je dodat međufrekventni (MF) pojačavač sa kolom MK448. Dodavanjem ovog kola ostvareno je višestruko poboljšanje karakteristika prijemnika. Zahvaljujući vrlo velikoj

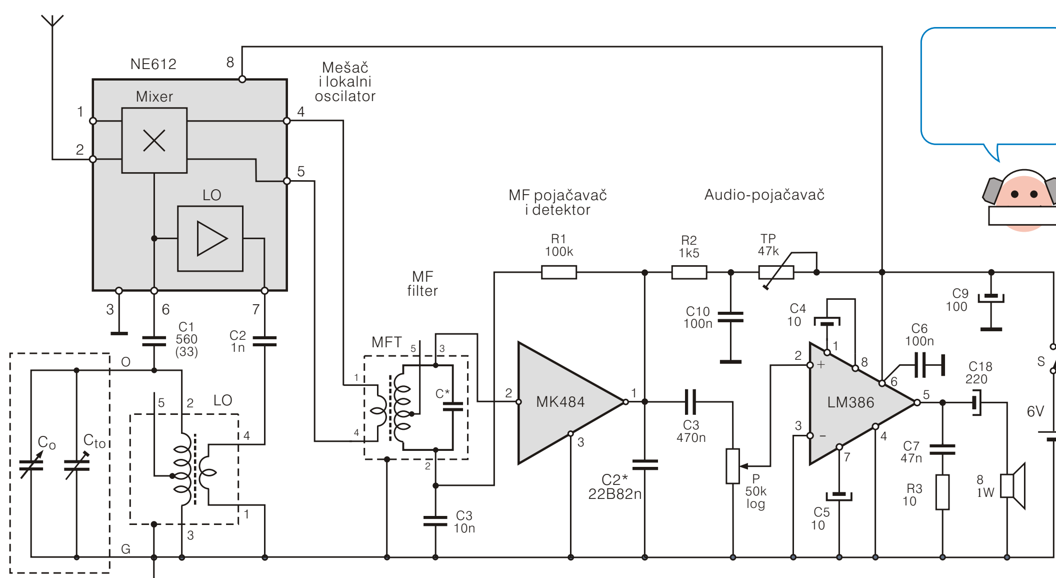
ulaznoj impedansi kola, oscilatorno kolo u MFT-u nije ni malo prigušeno pa mu je očuvana selektivnost. Izuzetno je povećana osetljivost prijemnika, jer kolo ima veliko pojačanje, a ostvarena je i ARP (Automatska Regulacija Pojačanja), koja upotrebu prijemnika čini lakšom i komfornijom. Sa amaterske tačke gledišta ovo je odličan prijemnik.

* Podešavanje jednosmernog napona na nožici 1 kola MK484 se vrši pomoću trimer potenciometra TP. Klizač se stavi u srednji položaj, a prijemnik podesi na neku slabiju stanicu blizu gornje granične učestanosti prijemnog područja. Pri vrlo tihoj reprodukciji (klizač potenciometra P što niže), pomera se klizač trimera dok se ne ostvari optimalan prijem. Posle toga, trimer se izvadi, izmeri mu se otpornost i u kolo se zalemi otpornik približne otpornosti.

* Da bi bio 100% kompletan, prijemniku treba dodati i ulazno kolo. To može da bude nezavisno ulazno kolo sa slike 4.3-i, ili ulazno kolo i VF pojačavač koji su opisani u "Dodacima" (slika 5.10). Ako se koristi kolo sa slike 4.3-i, podešavanje na stanicu se obavlja pomoću dva dugmeta, tako što se, kao što je ranije rečeno, okretanjem i jednog i drugog dugmeta, prijemnik, "kako-tako", podesi na neku stanicu, a zatim se, vrlo pažljivo, "izvuče" optimalan prijem.

* Prijemnik sasvim lepo radi i sa spoljnom antenom u obliku komada žice dužine svega pola metra.

* Ovim prijemnikom, sa odgovarajućim kalemovima u oscilatoru, može da se ostvari prijem AM stanica iz svih opsega od 70 kHz do 200 MHz

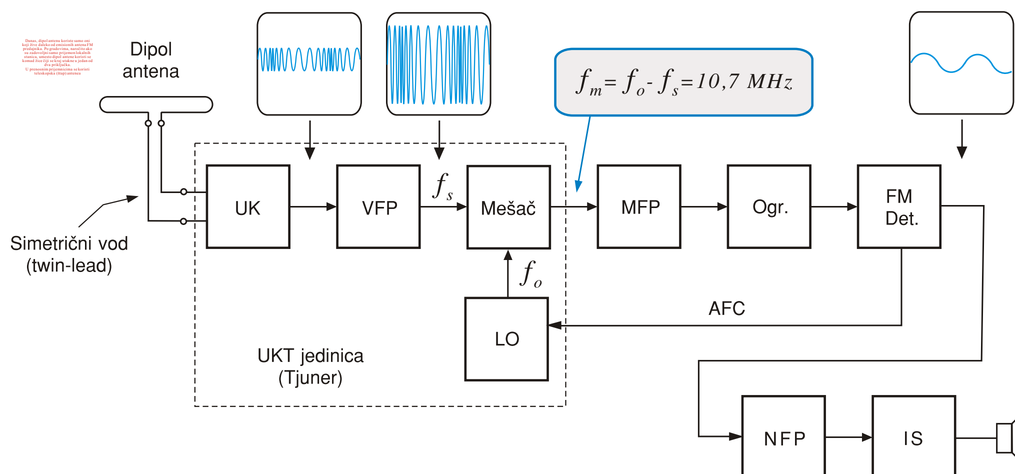


Slika 4.4. Superheterodini AM prijemnik sa NE612, MK484 i LM386

4.2. Superheterodini FM prijemnici

FM prijemnici opisani u projektima u poglavlju 3.15 su amaterska rešenja. To su izuzetno jednostavni uređaji pomoću kojih nije moguće ostvariti bešumno podešavanje na stanicu, automatsku regulaciju učestanosti oscilatora i druge stvari kojima se obezbeđuje vrlo veliki kvalitet reprodukcije koji se očekuje od UKT FM prijemnika. Pravo rešenje je superheterodini FM prijemnik, čija je blok-šema prikazana na slici 4.5.

Signali stanica iz dipol antene, preko odgovarajućeg voda (kabla), dovode se u ulazno kolo (UK). U njemu se vrši selekcija signala stanice čija je učestanost f_s, ovaj se signal pojačava u VF pojačavaču i vodi u mešač. Kao i u slučaju ranije opisanog AM prijemnika,

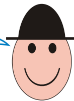


Slika 4.5. Blok-šema monofonskog superheterodinog FM prijemnika

na izlazu iz mešača dobija se međufrekventni signal čiji nosilac ima učestanost f_m=10,7 MHz. (Ovo je standardna vrednost koja se koristi u svim radio-difuznim FM prijemnicima). MF signal se pojačava u MF pojačavaču i vodi na ograničavač amplitude (Ogr). U ovom stepenu se vrši odsecanje amplitude signala iznad nekog definisanog nivoa, čime se otklanja parazitna amplitudska modulacija koju, tokom prenosa, vrše razni izvori smetnji (pražnjenja u atmosferi, razni električni uređaji itd.), što doprinosi znatnom povećanju kvaliteta prijema. Zatim slede detektor FM signala, u kome se iz FM signala izdvaja informacija kojom je u predajniku vršena modulacija i NF deo prijemnika. Sa AFC je obeleženo kolo preko koga se obavlja automatska regulacija učestanosti lokalnog oscilatora.

Kao što se vidi i ova blok-šema je prilično komplikovana, pa se i sada postavlja pitanje da li je, u amaterskim uslovima, moguće realizovati superheterodini FM prijemnik. Odgovor je: može, čak i lakše nego superheterodini AM prijemnik. Olakšica je u tome, što na tržištu postoji više odličnih kola u koja su integrisani svi blokovi VF dela superheterodinog FM prijemnika.

AMPLITUDSKA MODULACIJA



FREKVENCIJSKA MODULACIJA



4.2.1. FM prijemnik sa kolom TDA7000

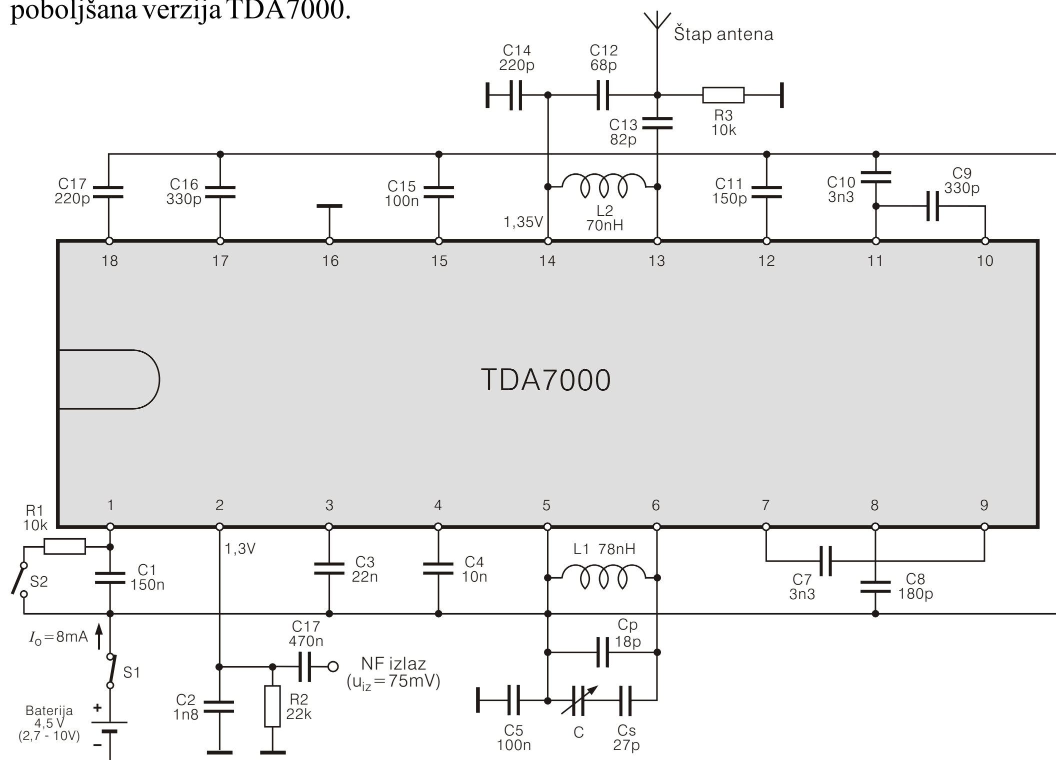
Činjenica da FM prijemnici rade na prilično visokim učestanostima otežava praktičnu realizaciju uređaja, ali najviše problema, kao i u mnogim drugim amaterskim gradnjama, predstavljaju kalemovi. Izuzetak su samonoseći (bez kalemskog tela) kalemovi malih induktivnosti, koje je prema jednostavnim uputstvima lako napraviti, pogotovo ako ih u prijemniku nema mnogo, i ako za podešavanje potrebne vrednosti induktivnosti nisu potrebni specijalni instrumenti. Upravo takvi su kalemovi koji se koriste u FM prijemniku opisanom u ovom projektu, a ima ih samo dva, što veoma olakšava praktičnu realizaciju.

Osnovni podaci o čuvenom Filipsovom integrisanom kolu TDA7000, koje je iskorišćeno u ovom projektu, dati su u tabeli na slici 4.6..

Napon baterije	2,7 ÷ 10	V
Jednosmerna struja (pri U_B=4,5V)	8	mA
Frekvencijski opseg	1,5 ÷ 100	MHz
Osetljivost	1,5	V
NF signal na nožici 2	75	mV
Pakovanje - DIL-18; SOT102-1	-	-

Slika 4.6. Osnovni električni podaci o kolu 7400

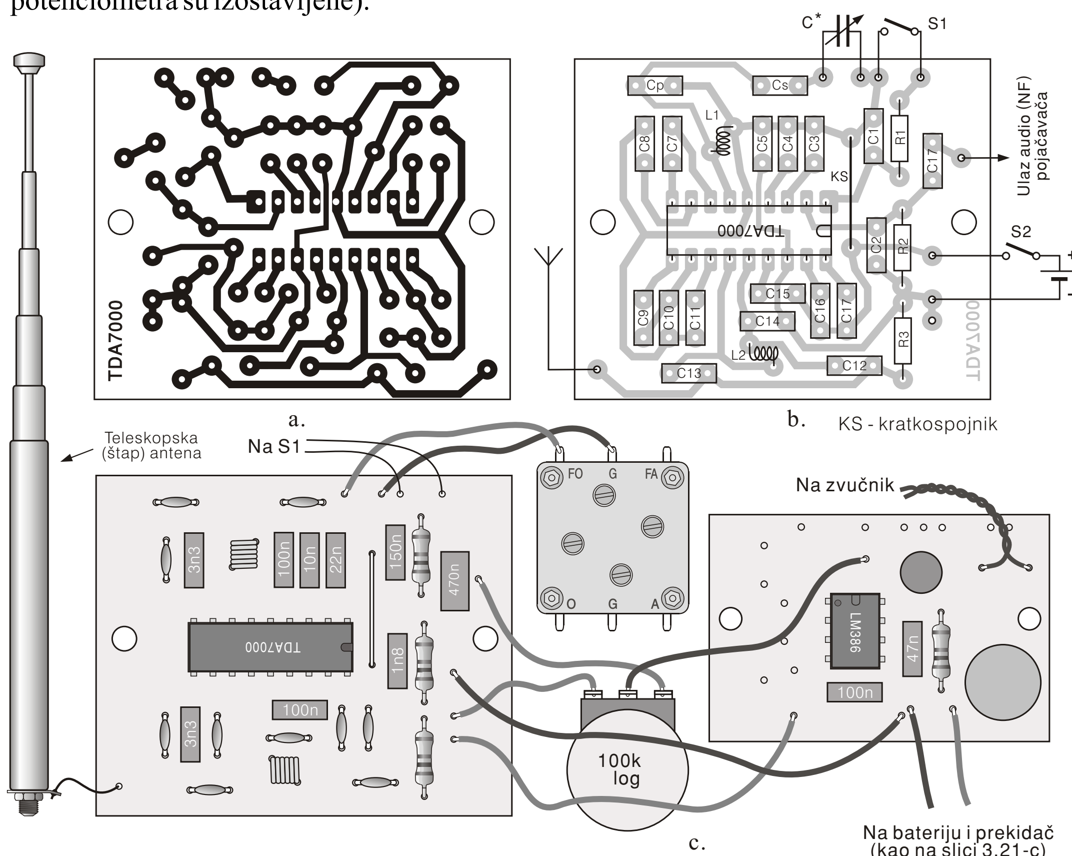
Električna šema VF dela (od antene do NF izlaza) FM radio-prijemnika sa kolom TDA7000, data je na slici 4.7. Kao što se vidi, to je jednostavan uređaj, realizovan sa relativno malo komponenata. U integrisanom kolu su svi stepeni superheterodinog prijemnika: mešač, oscilator, MF pojačavač, ograničavač amplitude, FM detektor, kao i još neki, o čemu će biti reči u sledećem projektu u kome je opisan prijemnik sa kolom TDA7088T, koje je poboljšana verzija TDA7000.



Slika 4.7. FM (UKT) radio-prijemnik sa kolom TDA7000

Signal stanice se iz teleskopske (štap) antene dovodi na ulazno kolo koje obrazuju L2, C13, C12 i C14. To je paralelno oscilatorno kolo, prigušeno otpornikom R3, tako da mu je propusni opseg od 88MHz do 108MHz. (Ovo kolo propušta na nožicu 13 signale svih UKT stanica, a signale izvan propusnog opsega oslabljuje). Signali stanica se, unutar integrisanog kola, vode na mešač u kome dobijaju nove nosioce. Zatim sledi MF pojačavač koji pojačava samo jedan od tih signala, onaj čija je učestanost jednaka međuučestanosti, pa ograničavač amplitude, FM detektor, kolo za bešumno podešavanje i NF pretpojačavač. Izlaz sa pretpojačavača je na nožici 2. (R2 je kolektorsko opterećenje poslednjeg tranzistora u NF pretpojačavaču). Između nožica 5 i 6 je priključeno oscilatorno kolo lokalnog oscilatora (L1, Cp, Cs, C i C5).

Na slici 4.8-a je prikazano štampano kolo prijemnika sa slike 4.7, a na slici 4.8-b raspored komponenata na štampanoj pločici. Izgled kompletnog prijemnika je na slici 4.8-c. Kao promenljivi kondenzator u lokalnom oscilatoru, a to je jedini promenljivi kondenzator jer je ulazno kolo aperiodično, se koristi kondenzator sa slike 3.8, i to onaj njegov deo čije su nožice označene sa FO i G. Pomoću ovog kondenzatora, prijemnik se podešava na stanice. U NF delu prijemnika koristi se audio-pojačavač sa LM386 sa slike 3.19. (Komponente levo od potenciometra su izostavljene).

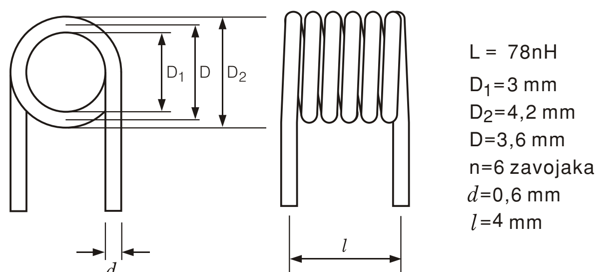


Slika 4.8 Praktična realizacija prijemnika sa slike 4.7: a-štampa, b-raspored komponenata c- kompletiranje uređaja

* L1 i L2 su vazdušni, samonoseći kalemovi (kalemovi bez jezgra). Oni imaju mali broj zavojaka od relativno debele žice, pa im nije potrebno nikakvo kalemsko telo. Odatle i potiče naziv samonoseći kalemovi. Kalemovi izgledaju kao na slici 4.9, a računati su prema tabeli na slici 3.5. Oba imaju po šest zavojaka bakarne žice, izolovane lakom, prečnika 0,6 mm, namotanih na ravnom delu burgije prečnika 3 mm. Da bi kalem mogao da se zalemi u

Ako vam nije baš sasvim jasno kako se motaju ovi kalemovi, pogledajte sliku 4.13 u knjizi PE5 "Radio-predajnici"





Slika 4.9. Kalemovi prijemnika sa slike 4.7

stopice na štampanoj pločici, mora da se, oštrim nožem, skine izolacija sa krajeva žice u dužini od nekoliko milimetara i ti krajevi kalajišu. Između susednih navojaka postoji mali razmak. Induktivnost se podešava tako što se krajevi kalema malo stisnu, tako da se razmak između navojaka smanji (to dovodi do povećanja induktivnosti), ili se razmak, pomoću odvrtke čiji se vrh umetne između navojaka i onda malo okrene, poveća (to dovodi do

smanjenja induktivnosti).

* U TDA7000 je ugrađeno i kolo za bešumno podešavanje na stanicu (Mute kolo). Ono je aktivno (obavlja svoju ulogu) kad je prekidač S2 otvoren. U malim prenosnim prijemnicima, S2 i R1 se obično izostavljaju.

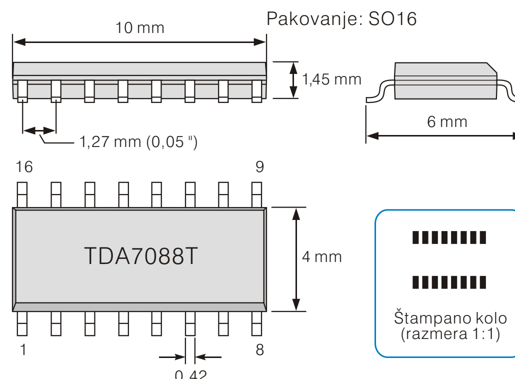
* Sklop koji zahteva najviše pažnje je oscilatorno kolo lokalnog oscilatora, koje je priključeno između nožica 5 i 6. Pri menjanju kapacitivnosti kondenzatora C, rezonantna učestanost ovog kola treba da se menja u granicama od približno 88 MHz (pri $C=C_{max}$) do 108 MHz (pri $C=C_{min}$). Ako se to ne ostvaruje, tako da se ne čuju sve stanice, treba malo eksperimentisati sa vrednostima kapacitivnosti kondenzatora C_p i C_s. Za početak, treba izostaviti C_p. Ako problem i dalje postoji, treba smanjivati vrednosti C_s (na 15 pF, 10 pF i sl.), ili ga kratko spojiti. Može da se proba i sa sabijanjem ili razvlačenjem kalema L1 itd. Podešavanje oscilatornog kola oscilatora je gotovo kad se postigne da se sa $C=C_{max}$ čuje neka stanica koja radi na približno 88 MHz, a sa $C=C_{min}$ na 108 MHz.

Podešavanje ulaznog kola, koje je priključeno između nožica 13 i 14, se vrši tako što se prijemnik podesi na neku stanicu koja radi na učestanosti oko sredine opsega (oko 98 MHz). Zatim se menjanjem kapacitivnosti C13 i C12 i induktivnosti L2, ostvaruje najbolji mogući prijem.

4.2.2. FM prijemnik sa kolom TDA7088T

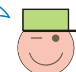
Prijemnik opisan u prethodnom projektu ima dva integrisana kola, jedan promenljivi kondenzator, dva kalema malih dimenzija i relativno malo ostalih komponenata, tako da, uz pažljivo razmeštanje komponenata, može da se smesti u kutiju malih dimenzija. Dalja minijaturizacija prijemnika, tako da može da stane u kutiju od šibica, može da se izvede upotrebom SMD (koristi se i izraz SMT) komponenata. To su otpornici, kondenzatori, tranzistori, integrisana kola itd. čije su dimenzije znatno manje od dimenzija klasičnih komponenata. One su tako napravljene da se na štampanoj pločici montiraju i leme na strani na kojoj su bakarne stopice i linije, tako da nije potrebno da se buše rupice. U SMD komponente spada i TDA7088T. Njegove dimenzije su prikazane na slici 4.10.

Ovo kolo je naslednik čuvenog TDA7000, u stvari njegova poboljšana varijanta, koja omogućuje praktičnu realizaciju i monofonskog i stereofonskog FM prijemnika. Osnovne karakteristike kola TDA7088T su date u sledećoj tabeli.



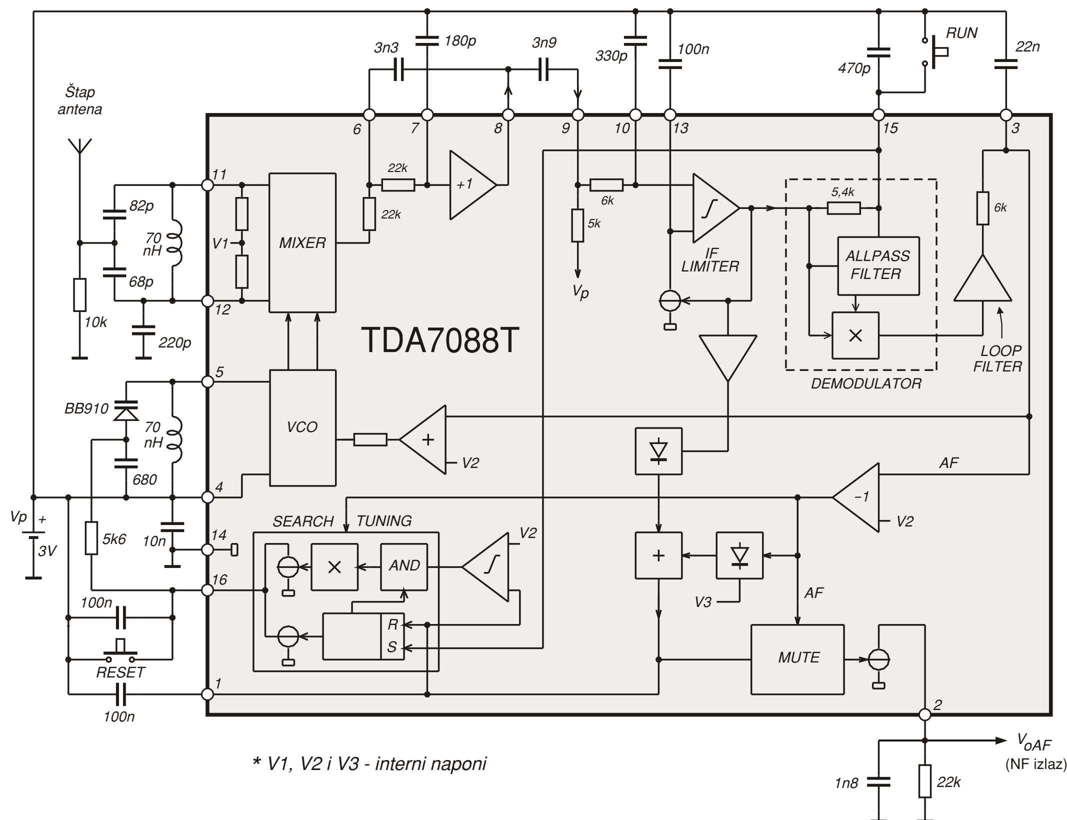
Slika 4.10. Dimenzije kola TDA7088T

Napon baterije	1,8 ÷ 5	V
Jednosmerna struja (pri U_B=4,5V)	4,2 ÷ 6,6	mA
Frekvencijski opseg	0,5 ÷ 110	MHz
Osetljivost	3	V
NF signal na nožici 2	85	mV
Pakovanje - DIL-18 ;SOT102-1	-	-



Električna šema VF dela monofonskog FM prijemnika sa kolom TDA7088T prikazana je na slici 4.11. U integrisanom kolu se nalaze svi sklopovi klasičnog superheterodinog prijemnika, mešač, lokalni oscilator, MF pojačavač i FM detektor, ali i neki drugi sklopovi koji mu povećavaju mogućnosti i poboljšavaju karakteristike.

Što se tiče praktične primene, najznačajnija novina je kolo za automatsko traženje i podešavanje na stanicu. Za podešavanje na stanicu nije, kao u svim dosadašnjim primerima, neophodan promenljivi kondenzator. Umesto njega koristi se varikap dioda BB910, čija se kapacitivnost menja promenom jednosmernog napona koji se na njenu anodu dovodi preko otpornika 5k6. Podešavanje se obavlja na sledeći način. Kada korisnik pritisne i otpusti taster-prekidač označen sa RUN, pozitivan naponski impuls biva doveden na S(et) ulaz kola označenog sa SEARCH TUNING. Kondenzator od 100 nF priključen na nožicu 16 počinje da se puni i napon na nožici 16 raste. Ovaj napon se, preko 5k6, prenosi na anodu BB910, pa se njena kapacitivnost smanjuje, a učestanost lokalnog oscilatora (VCO) raste. Napon iz VCO-a se vodi u mešač (MIXER), u koji, preko nožice 11, stižu i signali svih UKT stanica. Na izlazu mešača dobijaju se FM signali čije su učestanosti jednake razlikama učestanosti oscilatora i učestanosti stanica. Od svih tih signala, do demodulatora (FM detektora) može da stigne samo signal čija je noseća učestanost jednaka međuučestanosti, koja je f_m=73 kHz. (Selektivnost je ostvarena pomoću dva aktivna filtra čije su spoljne komponente kondenzatori priključeni na nožice 6, 7, 8, 9 i 10.) Znači, učestanost oscilatora raste sve dok se ne ostvari da je $f_O - f_S$=73 kHz. Čim se to dogodi, punjenje kondenzatora prestaje, na komandu koju u kolo SEARCH TUNING šalju dva detektora (blokovi sa diodama) u MUTE kolu. Sad

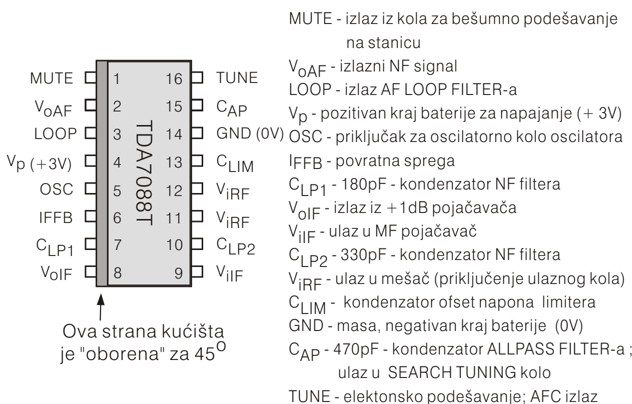


Slika 4.11-a- blok-šema TDA7088T

na scenu stupa AFC kolo (kolo za automatsku regulaciju učestanosti) kojim se ostvaruje da se jednosmerni napon na nožici 16 više ne menja, sve dok korisnik ponovo ne pritisne prekidač RUN. (Pri podešavanju, jednosmerni napon na nožici 16 može da se menja u granicama od 0 V do 1,8 V).

Kada se pritisne prekidač RESET, kondenzator od 100 nF se isprazni, napon na nožici 16 se smanji na nulu i prijemnik je podešen na donji kraj prijemnog područja, na 88 MHz.

Vratimo se na mešač. Na njegovom izlazu se dobija FM signal učestanosti 73 kHz, modulisan programom prve stanice na koju se stigne posle pritiska na RUN. Ovaj signal prolazi kroz aktivne filtre, biva pojačan u MF pojačavaču, koji je označen sa IF LIMITER i doveden na ulaz demodulatora. Vezom od izlaza demodulatora, preko LOOP FILTER-a, sabirača (+) i otpornika, do VCO-a, ostvareno je tzv. FFL kolo (Frequency Feedback Loop), kojim se devijacija učestanosti primljenog signala smanjuje sa ±75 kHz na ±15 kHz.



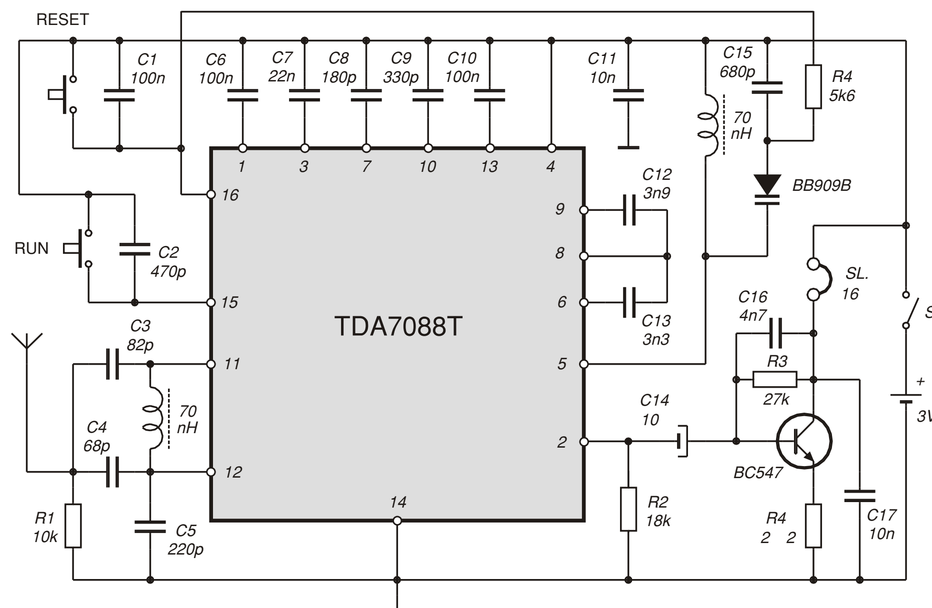
Slika 4.11-b-raspored nožica TDA7088T

NF (AF) signal iz demodulatora se, preko stepena označenog kao LOOP FILTER, invertora (1) i kola za bešumno podešavanje na stanicu (MUTE), vodi na nožicu 2. Detektori (blokovi sa diodama) upravljaju radom MUTE kola, koje sprečava da NF (AF) signal stigne na izlaz (nožica 2) sve dok se prijemnik ne podesi tačno na stanicu koja u anteni stvara dovoljno jak signal, tako da je prijem dovoljno kvalitetan.

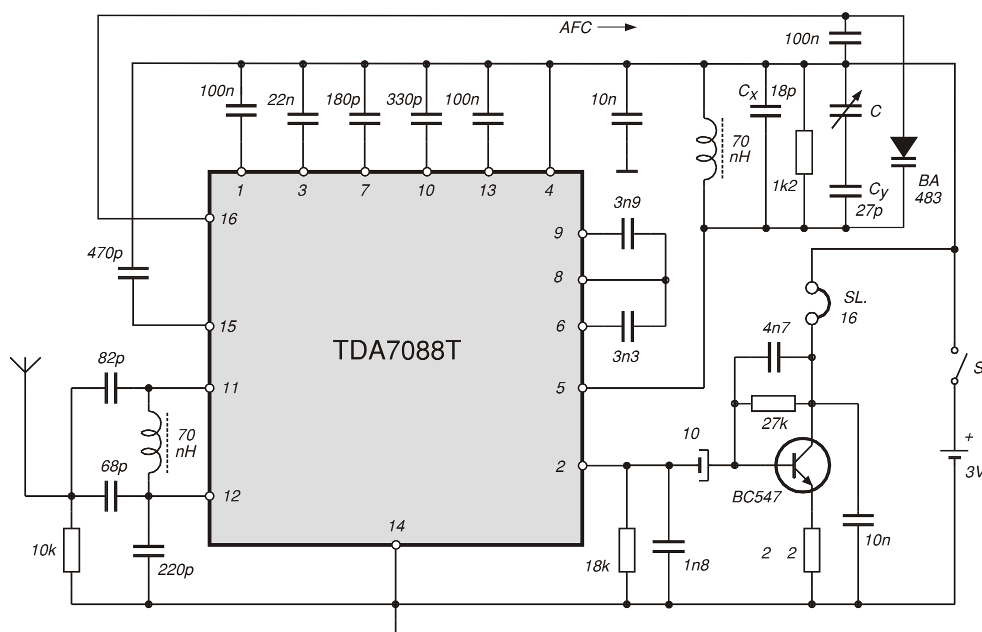
4.2.2.1. Mini FM prijemnik

Električna šema monofonskog FM prijemnika sa kolom TDA7088T koji, sa SMD komponentama, uz malo veštine, može da se smesti u kutiju veličine kutije za šibice, zajedno sa dve minijaturne baterije u obliku dugmeta, prikazana je na slici 4.12. Princip rada je opisan u prethodnom poglavlju. Jedina novina je veoma jednostavan audio-pojačavač sa tranzistorom BC547, čije opterećenje predstavljaju jeftine slušalice otpornosti 16 . Koristi se teleskopska antena, kao na slici 4.8.

Mali nedostatak ovog prijemnika je u tome što nema nikakve indikacije koja bi slušaocu omogućila da zna na koju je stanicu prijemnik podešen. Problem može da se reši tako što se paralelno diodi BB909 doda mali voltmetar čija se skala baždari u megahercima, što je opisano u glavi "Dodaci". Takvo rešenje nije prikladno za minijaturni prijemnik jer voltmetar koji bi imao dovoljno veliku skalu zauzima previše mesta. Jednostavnije je da se umesto automatskog koristi ručno podešavanje na stanicu . Takvo rešenje je prikazano na sli-



Slika 4.12. Električna šema monofonskog FM prijemnika sa elektronskim podešavanjem na stanicu



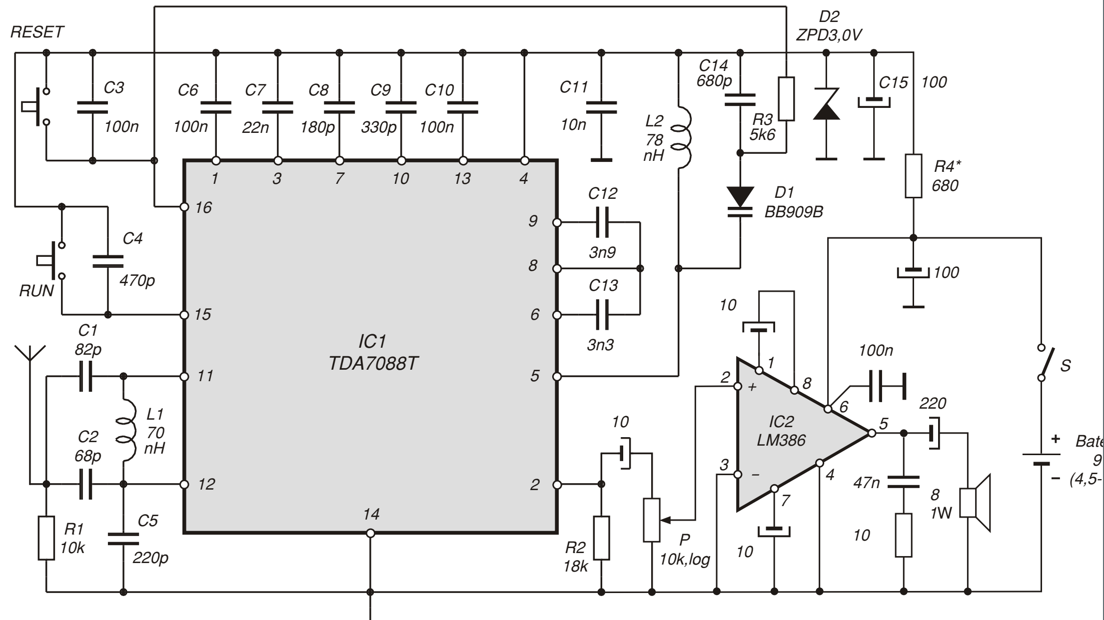
Slika 4.13. Električna šema monofonskog FM prijemnika sa mehaničkim podešavanjem na stanicu

ci 4.13. Podešavanje na stanicu se vrši pomoću promenljivog kondenzatora C, na čijem su dugmetu ispisani brojevi, slično kao na dugmetu kondenzatora sa slike 3.11. Najjednostavnije je da to budu brojevi od 1 do 10. Promenljivi kondenzator je kao na slici 4.8. U cilju pokrivanja celog prijemnog područja, od 88 do 108 MHz, treba malo eksperimentisati sa vrednostima kapacitivnosti kondenzatora obeleženih sa C_X i C_Y. Pomoću diode BA483 je ostvarena AFC tj. automatska regulacija učestanosti lokalnog oscilatora, čime se ostvaruje da tokom rada , stanica ne "beži" po skali prijemnika.

Kompletan radio-prijemnik je, ipak, prijemnik sa reprodukcijom preko zvučnika. Električna šema takvog prijemnika, sa kolom TDA7088T, prikazana je na slici 4.14. Kao što se vidi, to je prijemnik sa slike 4.12 kome je dodat audio-pojačavač sa kolom LM386.

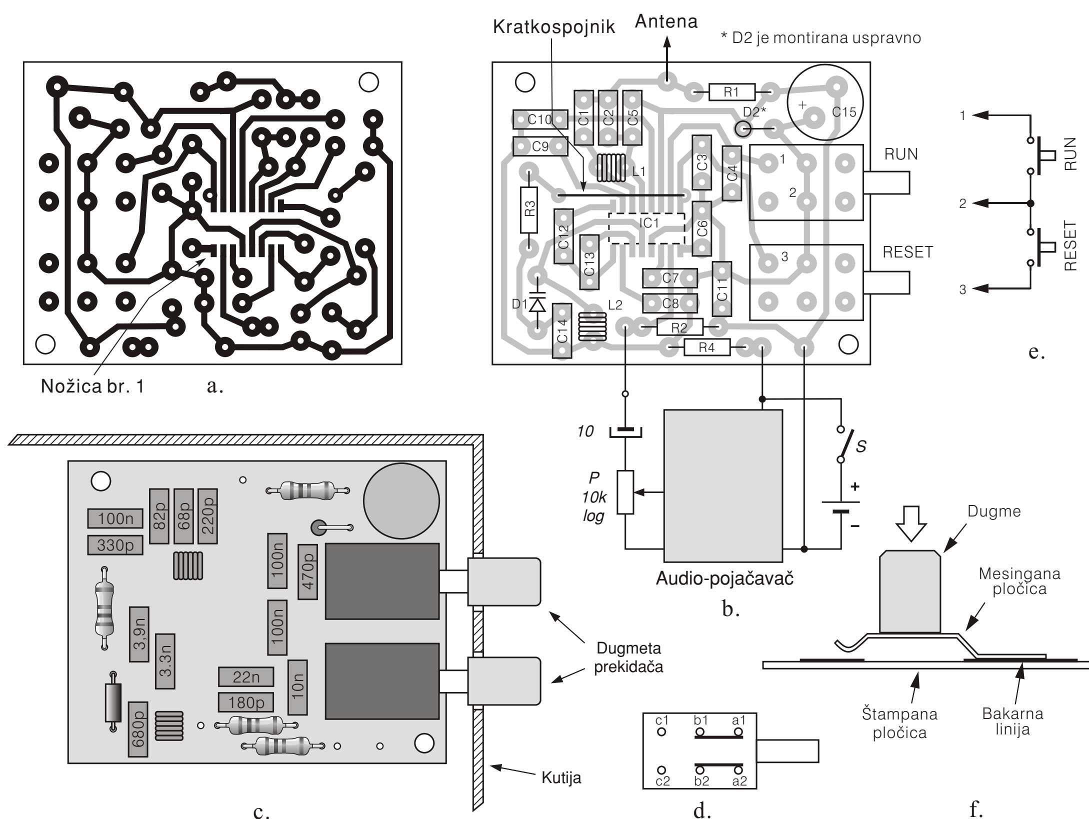
Maksimalna vrednost jednosmernog napona napajanja kola TDA7088T je 5V, pa ako se koristi baterija od 4,5V, sa kojom kolo LM386 radi sa smanjenom izlaznom snagom, diodu D2 i kondenzator C15 treba izostaviti, a otpornik R4 kratko spojiti. Ako se koristi baterija većeg napona, obavezan je stabilizator napona koji obrazuju pomenute komponente. D2 je zener dioda čiji je zenerov napon jednak 3 volta. Optimalna vrednost otpornika R4 se nalazi eksperimentom: da bi potrošnja bila što manja njegova otpornost treba da je što veća, a da pri tome napon na nožici 4 (između nje i mase) bude oko 3V i prijemnik dobro i stabilno radi u celom prijemnom području. (Treba početi sa, recimo, R4=1,5 k pa, ako prijemnik radi dobro, treba probati sa nekom većom, a ako ne radi dobro sa manjom otpornošću, dok se ne pronađe optimalna vrednost).

Na slici 4.15 je prikazana štampana pločica VF dela prijemnika sa TDA7088T koji je realizovan sa običnim, a ne SMD, komponentama. Na slici 4.15-a je izgled pločice sa strane bakarne folije odnosno sa strane lemljenja nožica komponenata. Sve komponente, osim TDA7088T, se, kao i u svim ranije opisanim projektima, montiraju sa suprotne strane pločice. Njihove nožice se provlače kroz rupice i leme za stopice. Kolo TDA7088T se lemi



Slika 4.14. Električna šema monofonskog FM radio-prijemnika sa kolima TDA7088T i LM386

na strani bakra, direktno na bakarne linije na pločici. Zbog toga je na slici 4.15-b, koja predstavlja pogled na stranu komponenenata, ovo kolo (označeno sa IC1) prikazano isprekidanom linijom.



Slika 4.15. Praktična realizacija prijemnika sa slike 4.14: a-štampana pločica sa strane lemljenja, b-štampana pločica sa strane komponenata, c-pločica sa komponentama, d- prekidač za montažu na štampanu pločicu, e-povezivanje prekidača montiranih na kutiju prijemnika

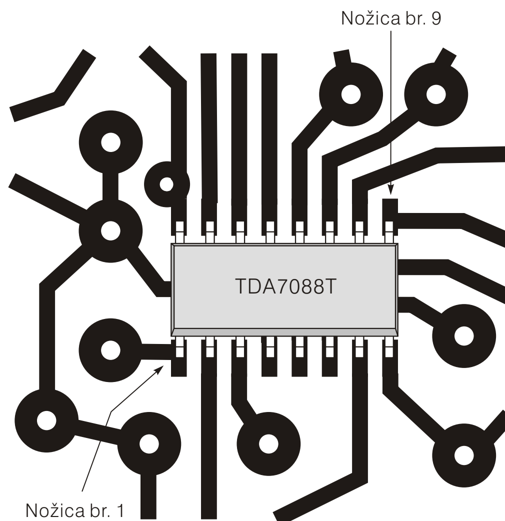
* Na slici 4.16-a je prikazna tri puta uveličana slika integrisanog kola i štampe oko njega. Postupak lemljenja nožica TDA7088T je sledeći:

Na krajeve bakarnih linija na koje se leme nožice nanese se tanak sloj kalaja. Prvo se leme dve dijagonalno suprotne nožice, u našem slučaju to su nožice 1 i 9. Na bakarne linije gde treba da budu zalemljene ove nožice nanese se malo više (ne preterano) kalaja u obliku malog jastučeta (slika 4.17-a). Kolo se postavi na svoje mesto, tako da sve nožice budu u svom položaju. Vrhom šila nožicu broj 1 pritisnemo na kalajno jastuče, a vrhom lemilice istovremeno dodirnemo i kalajno jastuče i kraj nožice 1. Kalaj se rastopi i nožica, pod pritiskom šila, legne na svoje mesto i biva zalemljena.

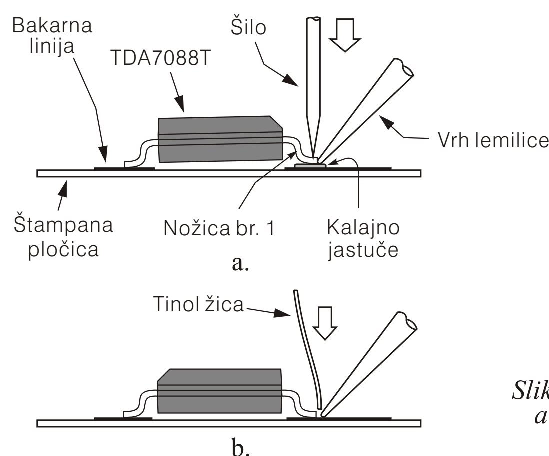
Sada se proveri da li su sve nožice na svojim mestima. Ako nisu, vrhom lemilice se rastopi kalaj oko nožice 1 i kolo pažljivo i hitro, da se nožica 1 ne bi previše zagrejala, pomeri u potreban položaj. Lemljenje nožice 9 je prikazano na slici 4.17-b. Vrh lemilice se istovremeno nasloni na vrh nožice i bakarnu liniju ispod nje, tako da se obe zagreju. Posle oko pola sekunde lemilica se malo odmakne od nožice, ali drži i dalje naslonjena na bakarnu liniju i vrh tinol žice prinese tako da dodiruje i vrh nožice i vrh lemilice i bakarnu liniju. Žica

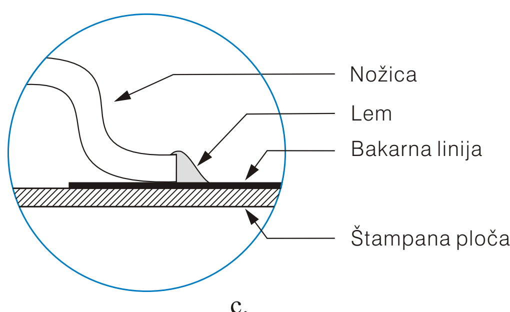
Ova slika je u razmeri 3:1. Dimenzije plastičnog kovčega u koji je smešteno TDA7088T su 10mmX4mm. Rastojanje između nožica je samo 1,27 mm, pa je za lemljenje potrebna lemilica male snage sa ušiljenim vrhom.





Slika 4.16. Položaj kola TDA7088T na štampanoj pločici





Slika 4.17. Lemljenje nožica kola TDA7088T: a-lemljenje nožice 1, b-lemljenje nožice 9, c-izgled svih lemova

se topi pa je treba pomerati na dole i kalaj se hvata i za bakar i za vrh nožice. Odmakne se prvo tinol žica pa lemilica i lemljenje nožice 9 je završeno. Proveri se da li su sve nožice na svojim mestima, pa se i one zaleme, na isti način kao i nožica 9. Lemovi su dobri ako izgleda-ju približno kao na slici 4.17-c.

* Na slici 4.15-b je dat pogled na štampanu pločicu sa strane komponenata. Upotrebljeni taster prekidači su proizvod firme Siemens i nose oznaku BO2AMAP-2. U zajedničkom kućištu se, kao što se vidi na slici 4.15-d, nalaze dva taster prekidača od kojih se koristi samo jedan. Naravno, moguće je koristiti bilo koje drugačije taster prekidače. U tom slučaju će verovatno biti potrebne male izmene na štampanoj ploči. U svakom slučaju, štampana ploča se montira sasvim uz ivicu kutije u koju je smešeten prijemnik, tako da ručice prekidača prolaze kroz stranicu kuije, a sa spoljne strane na njih se nataknu dugmeta. Mogu da se koriste i prekidači koji se montiraju na kutiju i žicama spoje sa pločom (slika 4.15-e).

* Audio pojačavač može da bude bilo koji od ranije opisanih, recimo onaj sa LM386, kao na slici 4.8.

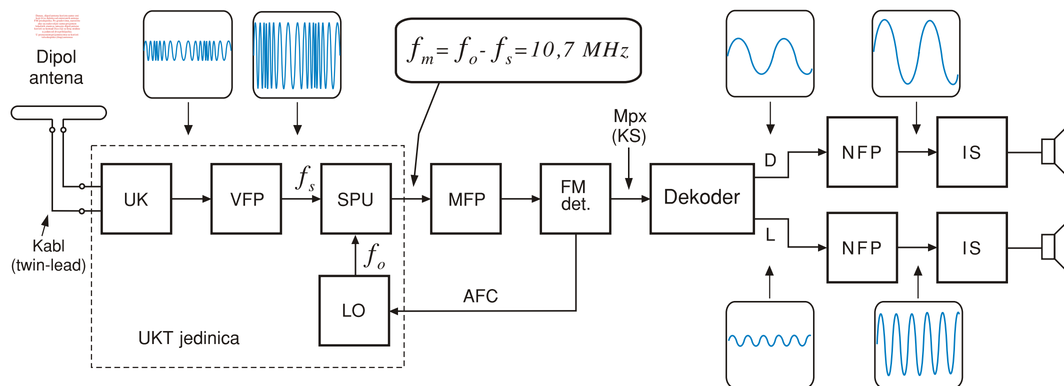
* Antena je teleskopskog tipa ali može da bude komad žice dužine dvadesetak centimetara.

* Umesto audio-pojačavača sa kolom LM386 može da se koristi pojačavač sa nekim savremenijim kolom, kao što je TDA7052. Veliki broj audio-pojačavača opisan je u četvrtoj knjizi serije *Praktična* ELEKTRONIKA, pod imenom "Audio-pojačavači".

4.2.2.2. Stereofonski radio-prijemnik sa kolom TDA7088T

Stereofonska radio-difuzija se obavlja u UKT opsegu, od 88 MHz do 108 MHz. Svi radio-predajnici koji rade u ovom opsegu su stereofonskog tipa, ali je njihov signal takav da mogu da ga prime i monofonski radio-prijemnici, čime je, kako se to stručno kaže, ostvarena kompatibilnost. Čitaoce koji žele da se detaljnije upoznaju sa osnovama stereofonske radio-difuzije, upućujemo na knjigu Radio-prijemnici za IV razred elektrotehničke škole, u izdanju Zavoda za udžbenike i nastavna sredstva iz Beograda.

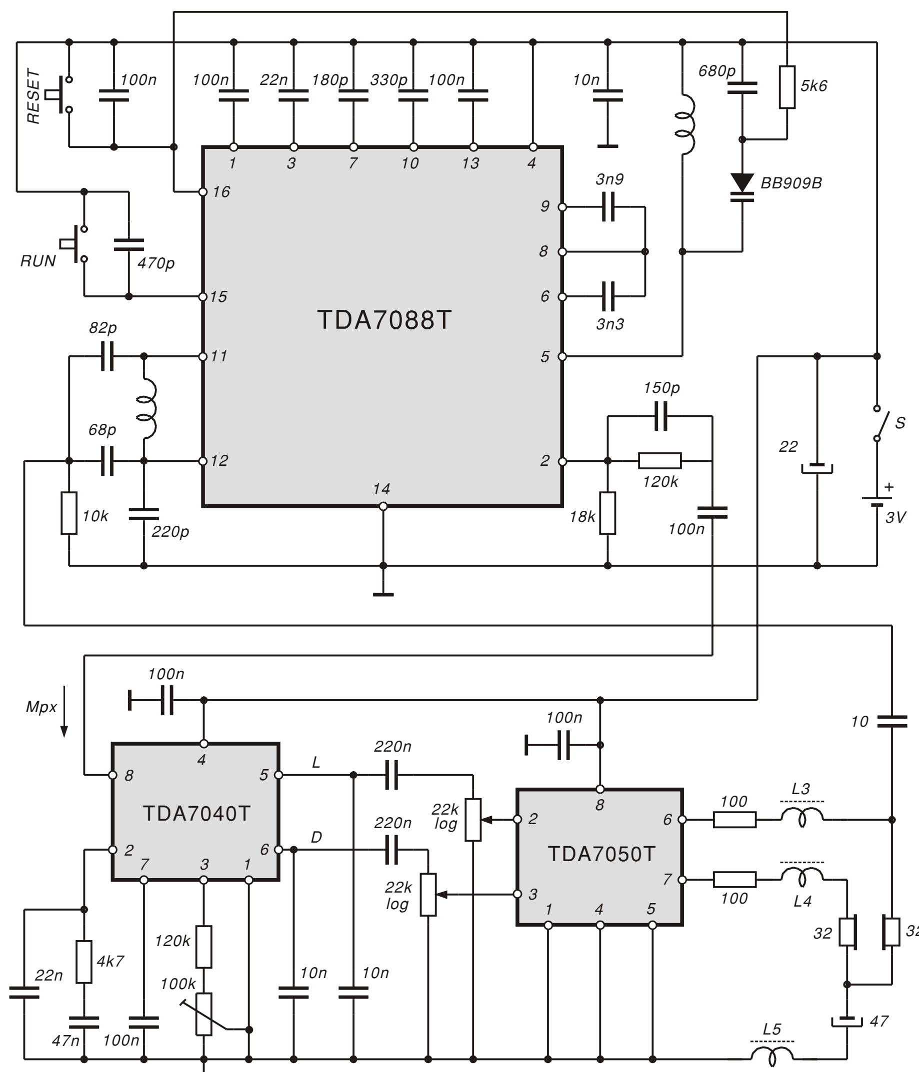
Kao uvod u ovaj deo, razmotrićemo princip rada stereofonskog radio-prijemnika čija je blok-šema prikazana na slici 4.18. Ona je, kao što se lako zapaža kada se uporedi sa slikom 4.6, sve do stepena koji se naziva dekoder, ista kao i blok-šema monofonskog FM prijemnika. Znači, na već opisan način, na izlazu iz FM detektora dobija se NF signal, odnosno informacija kojom se u predajniku vrši frekvencijska modulacija. Ali to nije običan NF signal već signal koji se naziva komponovani (KS) ili multipleksni (Mpx) signal. U



Slika 4.18. Blok-šema stereofonskog FM prijemnika

njemu se, pored kompletnog NF signala koji koristi monofonski prijemnik, nalazi i tzv. pomoćni signal koji omogućuje da se u stereofonskom prijemniku izvrši razdvajanje levog (L) i desnog (D) signala. Na primer, ako se vrši direktan prenos muzike koju izvodi orkestar, tada se leva polovina izvođača muzike snima jednim mikrofonom (to je signal koji se obeležava sa L), a desna polovina drugim mikrofonom (to je signal D). Ova dva signala se u FM predajniku vode u stepen koji se naziva koder. Na izlazu iz kodera dobija se multipleksni signal Mpx koji u sebi, na jedan indirektan način, sadrži i levi (L) i desni (D) signal. Mpx signalom se vrši frekvencijska modulacija predajnika. U prijemniku, Mpx signal se dobija na izlazu iz FM detektora i vodi na dekoder. Ovaj obavlja ulogu komplementarnu ulozi kodera u prijemniku, pa se na njegova dva izlaza dobijaju signal L i signal D. Oni se pojačavaju preko dva istovetna audio-pojačavača i reprodukuju preko dva istovetna zvučnika. Sada, slušalac levu polovinu izvođača muzike čuje iz levo postavljenog zvučnika, a desnu polovinu iz desno postavljenog zvučnika. Izvođači koji se nalaze u sredini orkestra bivaju podjednako reprodukovani iz oba zvučnika, pa slušalac ima utisak da postoji i treći zvučnik koji se nalazi u sredini, između levog i desnog zvučnika. Na osnovu svega toga, slušalac ima sliku o prostornom rasporedu izvođača muzike, što u znatnoj meri poboljšava ukupan muzički doživljaj.

Električna šema prenosnog stereofonskog radio-prijemnika sa reprodukcijom na slušalice, izvedenog sa kolom TDA7088T prikazana je na slici 4.19. To je prijemnik čija je praktična realizacija opisana u prethodnom projektu, kome su dodati dekoder sa kolom

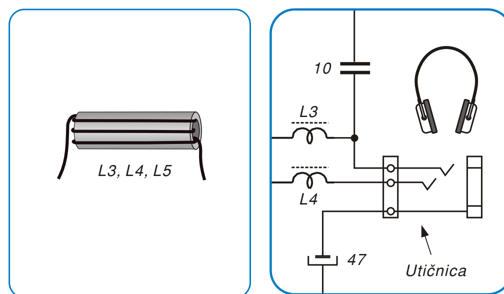


Slika 4.19. Električna šema stereofonskog radio-prijemnika sa kolima TDA7088T (VF deo), TDA7040T (dekoder) i TDA7050T (audio-pojačavač)

TDA7040T i dvostruki audio-pojačavač sa kolom TDA7050T, o kome je bilo reči u P.E.5.

* L3, L4 i L5 su VF prigušnice koje omogućuju da se kabl slušalica koristi kao prijemna antena. To je ostvareno tako što je jedan od kontakata na utičnici za slušalice, preko kondenzatora od 10 pF, spojen sa tačkom u koju se, prema slici 4.14, priključuje spoljna antena. Kalemovi predstavljaju veliki otpor za signale stanica i sprečavaju da ovi "odu na masu" preko kondenzatora od 47 F ili preko izlaza kola TDA7050T.

Kalemovi imaju po tri zavojka žice prečnika 0,2 mm, provučene kroz male perle od feritnog materijala, kao što je prikazano na slici 4.20. Ako se koristi štap antena, ovi kalemovi nisu potrebni.



Slika 4.20. Kalemovi (VF prigušnice) sa slike 4.19

5.

DODACI

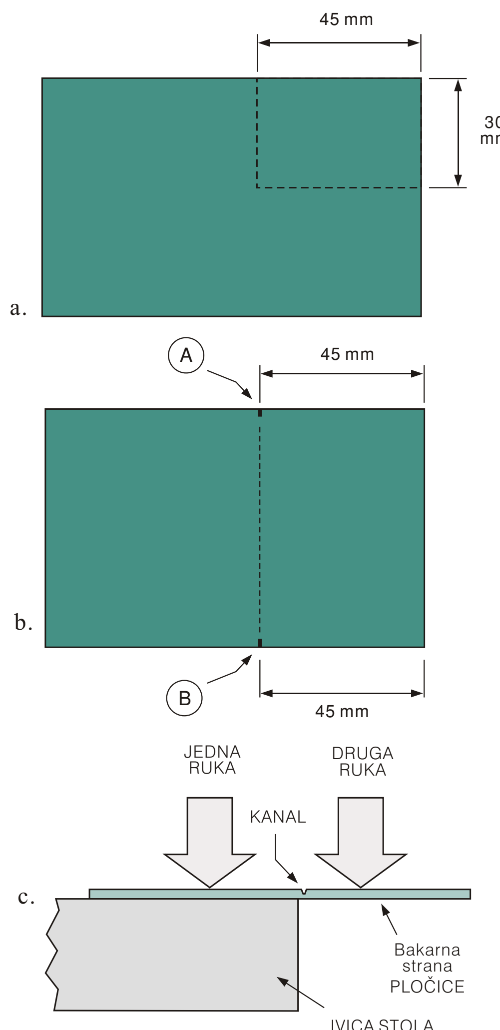
5.1. Izrada štampane ploče

Projektovanje i izrada štampane ploče detaljno je objašnjeno u *Praktičnoj* ELEKTRONICI 2, pod nazivom "Praktična realizacija elektronskih uređaja". Ovde ćemo da razmotrimo kako se pravi štampana ploča čiji je crtež već gotov. Kao primer, uzećemo crtež pločice prijemnika sa slike 3.19, čije su dimenzije 45mm x 30mm.

a. Štampano kolo se pravi od kaširanog pertinakasa ili vitroplasta, tj. od tanke ploče (debljine oko 1,5 mm) od izolacionog materijala, na koju je sa jedne strane nanešen tanak sloj bakra. Od ploče kupljene u prodavnici elektronskih komponenata, koja je prikazana na slici 5.1-a, treba odseći deo dimenzija 45 mm x 30 mm. U amaterskim uslovima, sečenje se svodi na prelamanje. Prvo se, prema slici 5.1-b, na strani ploče na kojoj nema bakra, obeleže tačke A i B. Na njih se postavi lenjir ili neka letvica i, vrhom šila ili odvrtke, nekoliko puta, uz pritiskanje, prevuče od tačke A do tačke B, tako da se u ploči napravi kanal, dubine oko 0,5 mm. (Taj kanal je na slici prikazan isprekidanom linijom). Kad je kanal gotov, ploča se stavi na ivicu stola, kao što je prikazano na slici 5.1-c. Kanal je sa gornje strane, bakarna folija sa donje. Jednom rukom, (dešnjaci levom, levaci desnom), se ploča pritisne uz sto a drugom pritisne deo koji treba da se odlomi i on se - odlomi.

Na odlomljenom komadu se napravi novi kanal na rastojanju od 30 mm i odlomi komad dimenzija 45mm x 30mm. To je naša pločica.

b. Bakar mora da bude potpuno čist i sjajan, jer se samo u tom slučaju nagrizanje i, kasnije, lemljenje obavlja i brzo i lako i dobro. Ako vam se čini da je on već dovoljno čist, verovatno niste u pravu. Ploča je u radnji provela neko vreme i površina bakra je sigurno manje ili više korodirala. Čišćenje se najefikasnije obavlja pomoću nekog praškastog sredstva za čišćenje

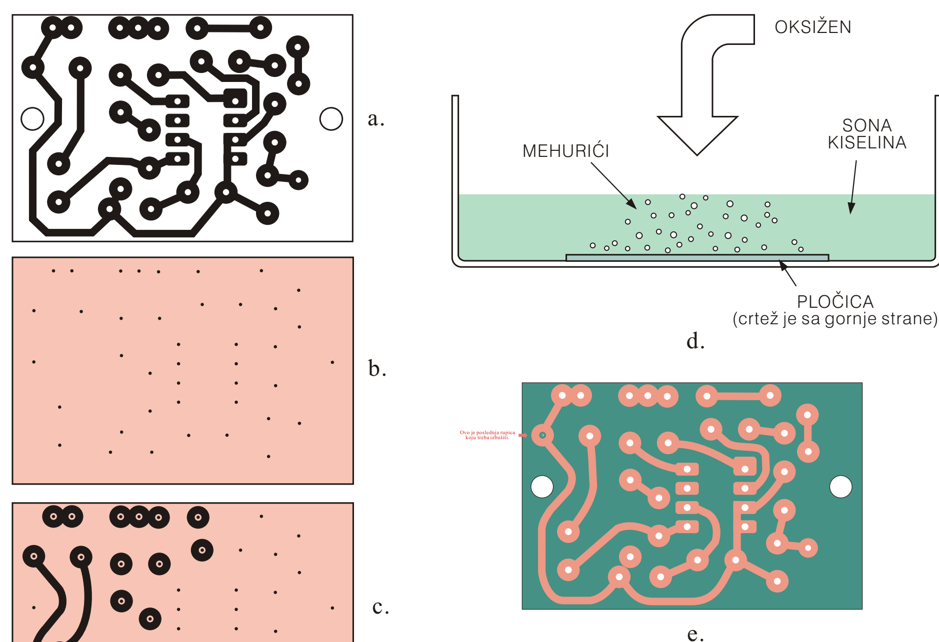


Slika 5.1. "Sečenje" pločice: a-ploča kaširanog pertinaksa, b-obeležavanje, c-lomljenje

(VIM, Elektron i sl.) koje se u domaćinstvima koristi za čišćenje šporeta, sanitarija itd., ali sasvim dobri su i soda bikarbona, deterdžent za pranje rublja, pa i kuhinjska so i sl. Uzmite komad krpe, nakvasite je vodom pa dobro iscedite i zgužvajte je u oblik loptice. Lopticu zamočite u prašak i njime trljajte bakarnu površinu, dok ne "sine ko u gori sunce". Posle toga, pazite da bakarnu površinu ne dodirujete prstima, inače ćete je isprljati.

c. Pločicu, sa bakrom na gore, stavite ispod lista hartije na kome je nacrtano štampano kolo, tačno ispod crteža. U našem primeru to je crtež na slici 5.2-a. Pazeći da se pločica ne pomeri, vrhom šila se probode hartija kroz centre svih stopica i centre dve veće rupe. Pri tome, šilo se dobro pritisne, tako da na bakarnoj površini ostaju dobro uočljivi ubodi. Kad se sa ovim završi, pločica treba da izgleda kao na slici 5.2-b, na njoj treba da bude onoliko uboda koliko ima stopica, plus dva. Ako na crtežu ima mnogo stopica, pločica će se ipak pomeriti i tada sve treba početi od samog početka. U takvim slučajevima sliku štampe treba kopirati, iseći je i, pomoću dva komada lepljive trake zalepiti je na pločicu.

d. Crtanje stopica i linija na pločici obavlja se pomoću flomastera otpornog na kiseline. On se prepoznaje po tome što miriše na alkohol i prodaje se u knjižarama kao flomaster "za pisanje po staklu". Proverite ga, napišite (u knjižari, posle je kasno) nešto na staklu, plastici i sl., sačekajte par sekundi, pa probajte da to obrišete vrhom prsta. Ako se ne skida - flomaster je OK. Ipak, ova proba nije 100% sigurna, mnogo je sigurnije ako flomaster kupite u prodavnici elektronskih komponenata. (Naravno, naglasite prodavcu da vam je potreban flomaster za crtanje štampanih kola). Vrhom flomastera, oko svakog uboda na pločici (osim ona dva za veće rupe), nacrtajte kružić prečnika između dva i tri milimetra. Flomasterom radite lagano, tako da sloj boje koja ostaje na pločici bude što deblji. Pazite da oko svakog uboda ostane malo ostrvo od bakra. Zatim, gledajući sliku 5.2-a, pažljivo i polako, nacrtajte i sve linije. One ne moraju da imaju potpuno isti oblik kao linije na slici 5.2-a, pogotovo ne moraju da budu onako "izlomljene". Debljina linija je oko jednog milimetra, ali ni to nije obavezno, mogu da budu i malo tanje i mnogo deblje (gde je to moguće). Bitna stvar je da se tokom ctanja ne spoje susedne stopice ili linije, odnosno da se ne ostvare spojevi i veze kojih na crtežu nema. Ako se to ipak desi, žiletom ili nekim malim oštrim odvrtačem odstružite viškove boje. Na slici 5.2-c je prikazan početak crtanja, nacrtano je nekoliko stopica i tri veze. Crtanje štampe je gotovo kada na bakarnoj foliji imate flomasterom nacrtan crtež koji je isti kao na slici 5.2-a.



Slika 5.2. Izrada tampane pločice: a-crtež, b-pločica sa ubodima šila, c-crtanje stopica i linija, d-nagrizanje u sonoj kiselini uz dodavanje oksižena, e- gotova pločica

e. Sledeći korak je nagrizanje, odnosno odstranjivanje sa pločice bakra koji nije pokriven bojom. Za to se koristi mešavina hlorovodonične kiseline (HCl), oksižena (H_2O_2 - vodonik peroksid) i vode (H_2O). Ne koristi se čista hlorovodonična kiselina već njen 35% rastvor koji se prodaje pod nazivom sona (ili solna) kiselina, a koristi se u domaćinstvima za čišćenje kada, lavaboa i sl. Vodonik peroksid se, pod imenom oksižen, prodaje u apotekama, parfimerijama i kozmetičkim radnjama. Prodaje se u koncentraciji od 30% (superoksid), ili manjim (8 - 12%).

Sona kiselina i oksižen su dosta agresivne tečnosti, naročito opasne za oči i sluzokožu, pa pri radu sa njima treba biti oprezan. Najbolje je da sa njima radite u kupatilu, ili nekom drugom mestu u neposrednoj blizini tekuće vode. Ako vam neka od ovih tečnosti kapne na ruku, neku metalnu alatku ili odevni predmet, odmah ih operite vodom.

Mešavina se pravi neposredno pre nagrizanja, a po završenom nagrizanju se

OBAVEZNO baca. Na dno suda od plastike, stakla, porculana i sl. stavi se pločica sa bakrom na gore i sipa sona kiselina tako da prekrije pločicu (sl. 5.2d). Zatim se u nju dodaje oksižen, koji se iz flaše sipa direktno iznad pločice. Količina oksižena koji se dodaje zavisi od njegove koncentracije, kao i od koncentracije kiseline. Znači, sipajte malo oksižena, podignite malo levi pa desni kraj posude, da se tečnosti izmešaju i posmatrajte pločicu. Smeša je providna, i ako bakar posle desetak sekundi počne da menja boju, nagrizanje je počelo. Pri tome iz tečnosti izlaze mehurići kojih treba da bude malo više nego u čaši sveže kisele vode. Ako je mehurića malo, dolite još oksižena. Pri dolivanju, pazite da ne preterate, jer ako mehurića ima previše, tečnost će početi da se zagreva i može da uništi boju. S vremena na vreme, ušiljenim štapićem od drveta ili plastike, podignite jedan kraj pločice, tako da tečnost koja je bila na površini pločice sklizne i na njeno mesto dođe nova tečnost.

Nagrizanje je završeno kada na pločici nema više bakra koji nije bio zaštićen bojom. Podignite štapićem jedan kraj pločice, sačekajte da se tečnost ocedi, uhvatite pločicu štipaljkom za veš i dobro je operite u tekućoj vodi. Boja se skida trljanjem, pomoću već pominjane loptice od vlažne krpe zamočene u neki prašak. Na pločici će se pojaviti bakarne stopice i linije.

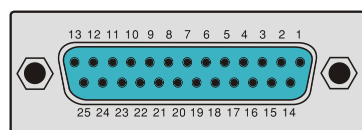
e. Ako ste pri crtanju vodili računa da u centru svake stopice ostane ostrvce nepokriveno bojom, posle nagrizanja u centru svake stopice će biti malo udubljenje. Kroz ta udubljenja, koja "vode" burgiju, treba izbušiti rupice prečnika 1 mm. (Bolje je ako su rupice prečnika 0,8 mm, ali se burgije ovog prečnika teže nabavljaju, a mnogo lakše lome). Dve rupe kroz koje prolaze zavrtnji kojima se pločica fiksira na svoje mesto u kutiji su obično prečnika oko 3 mm. Pri bušenju rupa, ispod pločice treba svakako podmetnuti komad deblje šper ploče ili komad ravne daske od nekog tvrdog drveta (bukovina, hrastovina), a ne komad stiropora ili nešto slično. Ne pritiskajte bušilicu suviše jako, jer će burgija na drugoj strani pločice da odvaljuje male komade.

5.2. Upravljanje radio-prijemnikom pomoću kompjutera

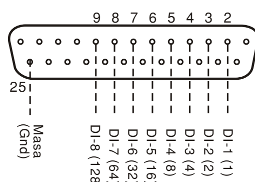
U časopisu *Praktična* ELEKTRONIKA 7/8 su opisani načini jednostavnog upravljanja raznim električnim uređajima pomoću personalnog kompjutera. Opisana je praktična realizacija raznih interfejs kola i senzora pomoću kojih se kompjuter povezuje sa spoljnim svetom, tako da na osnovu podataka o veličini temperature, jačini svetlosti, vlažnosti itd. u željenom trenutku uključi ili isključi, grejalicu, električno osvetljenje, ventilator TV prijemnik ili neki drugi električni uređaj. U ovom poglavlju biće ukratko opisan jedan od projekata iz P.E.7/8, u kome je bilo reči o jednostavnom uključivanju i isključivanju u određeno vreme radio-prijemnika pomoću personalnog računara.

Povezivanje sa kompjuterom se ostvaruje preko paralelnog porta, preko koga se na kompjuter priključuje štampač. To je 25-o pinski ženski konektor čije je ime Sub D-25, koji je prikazan na slici 5.3.

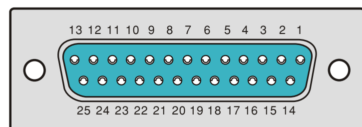
Pomoću odgovarajućeg programa, na izlaze obeležene sa DI-1, DI-2 . . . DI-8, koji postoje na nožicama koje su obeležene brojevima 2, 3, . . . 9, mogu da se šalju logičke jedinice (naponi od +3,6 V) ili logičke nule (naponi od 0V). Električni uređaji čijim se radom upravlja, priključuju se preko interfejs kola na izlaze prema slici 5.4. Na ovoj slici su prikazana dva električna uređaja, njihov maksimalan broj je osam.



a -Konektor Sub-D-25 na zadnjoj strani kompjutera, ženski, posmatran spreda

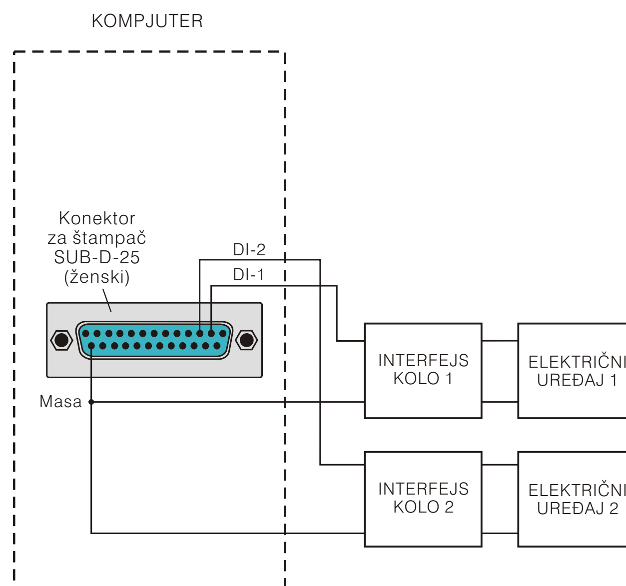


b- Simbol konektora Sub-D-25



c-Konektor Sub-D-25, muški, posmatran od pozadi, sa strane na kojoj su nožice na koje se leme krajevi žica

Slika 5.3. Paralelni port



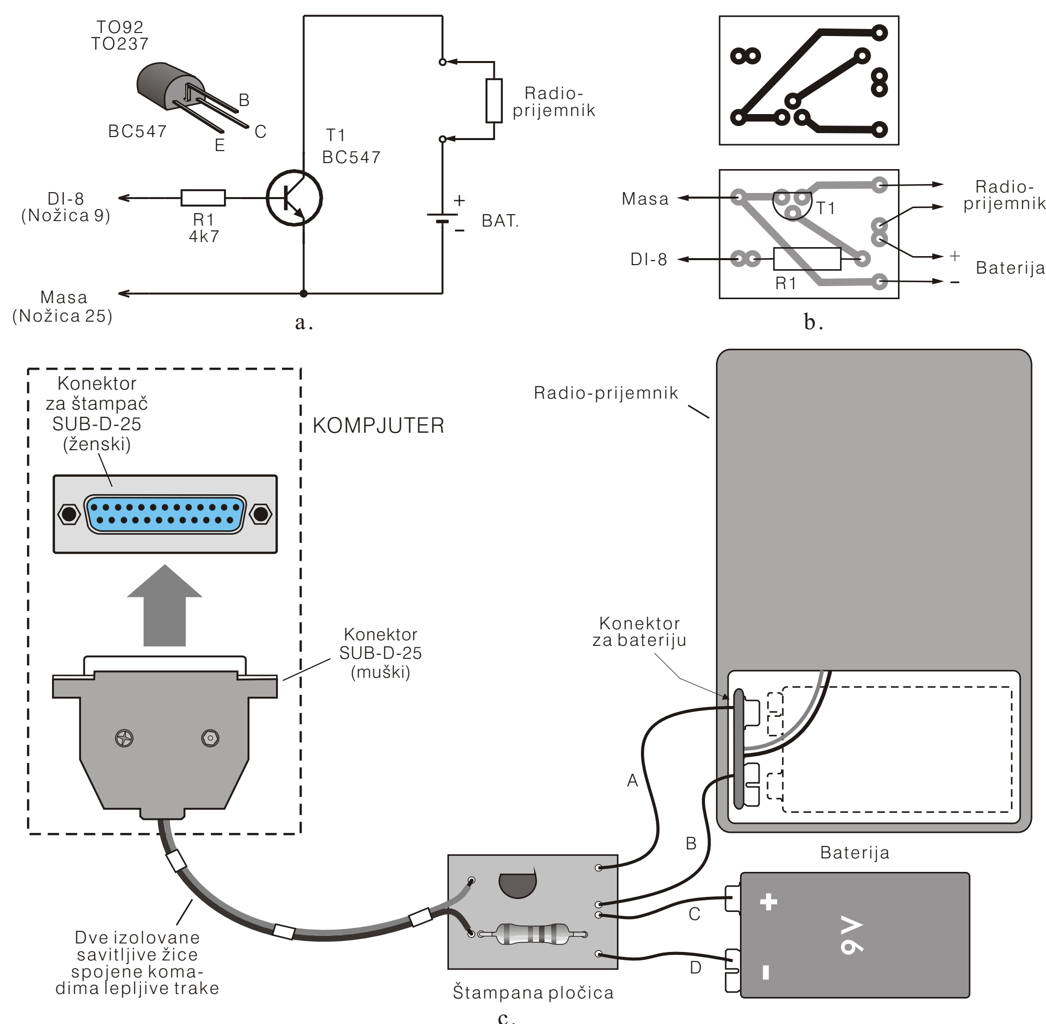
Slika 5.4. Priključivanje električnih uređaja na paralelni port

Na slici 5.5-a je električna šema jednog izuzetno jednostavnog interfejs kola, preko koga može da se na kompjuter priključi radio-prijemnik koji se, pomoću odgovarajućeg

programa, uključuje odnosno isključuje u određeno vreme. Tranzistor male snage BC547 može da se koristi za potrošače koji iz baterije vuku struju koja nije veća od 100 mA. U slučaju snažnijih potrošača, umesto BC547 može da se koristi neki snažniji tranzistor ili dva tranzistora u Darlingronovom spoju. Baza tranzistora je, preko otpornika R1, priključena na nožicu broj 9 muškog Sub-D-25 konektora, dok su emiter i negativan kraj baterije spojeni sa nožicom broj 25, odnosno sa masom kompjutera. Dok je na izlazu DI-8 logička nula, napon na bazi je jednak nuli, pa je tranzistor zakočen i kroz njega, a time i kroz potrošač, ne teče struja. Kada se na izlazu DI-8 pojavi logička jedinica, tranzistor odlazi u zasićenje, napon između kolektora i emitera postaje vrlo mali (praktično ovaj napon postaje jednak nuli) i tranzistor se ponaša kao da mu je kolektor spojen sa emiterom. Na taj način se ostvaruje da se skoro ceo napon baterije pojavljuje na prijemniku.

Izgled štampane pločice je prikazan na slici 5.5-b: gore je pogled sa strane komponenata, a dole sa strane bakarne folije.

Na slici 5.5-c je prikazano priključivanje malog tranzistorskog radio-prijemnika koji se napaja iz baterije od 9 V, na paralelni port, preko interfejsa sa slike 5.5-a. Komadima žice A i B pločica je povezana sa priključnim klemama, a komadima C i D sa izvađenom baterijom.



Slika 5.5. Priključivanje radio-prijemnika na paralelni port: a-električna šema interfejs kola, b-štampana pločica, c-povezivanje kompjutera, interfejs kola, prijemnika i baterije

Program čiji je listing prikazan na slici 5.6 je pisan u Basic-u, a namenjen je onima koji žele da se prijemnik uključi u sedam sati u jutro, svira petnaest minuta i zatim se isključi.

```
REM Program za ranoranioce
10 DO
20 LOOP UNTIL TIME$="07:15:00"
OUT &H378, 128
40 SLEEP 900
50 OUT &H378, 0
60 STOP
```

Lep programčić. Ja bih , ipak, promenio liniju 20:
20 LOOP UNTIL TIME$="09:15:00"



Slika 5.6. Program za kompjuter na slici 5.5.

Povežite radio i interfejs prema slici 5.5-c, spojite privremeno kolektor i emiter tranzistora vrhom odvrtke i podesite radio na vašu omiljenu stanicu, sa jačinom koja je

dovoljna da vas probudi iz dubokog sna. Sklonite odvrtku, startujte program i idite na spavanje. U sedam sati radio će da se uključi, sviraće petnaest minuta i zatim će da se isključi. To se ostvaruje na način koji je detaljno objašnjen u P.E 7/8.

* Ako se koristi neki od prijemnika sa kolom TDA7088T, postoji i mogućnost biranja stanica pomoću kompjutera. Tada se sa jednog od izlaza SubD-25 konektora sa slike 5.3, preko razdelnika napona, dovodi kratkotrajna logička jedinica na nožicu 15 (slika 4.11), koja inicira kolo za podešavanje na stanicu (Search Tuning).

* Lap-top kompjuteri nemaju paralelni port. Rešenje je adapter (USB - SubD25) na slici desno. Uz adapter traba imati i drajver (driver - program koji omogućva kompjuteru da prepozna spoljni paralelni port).



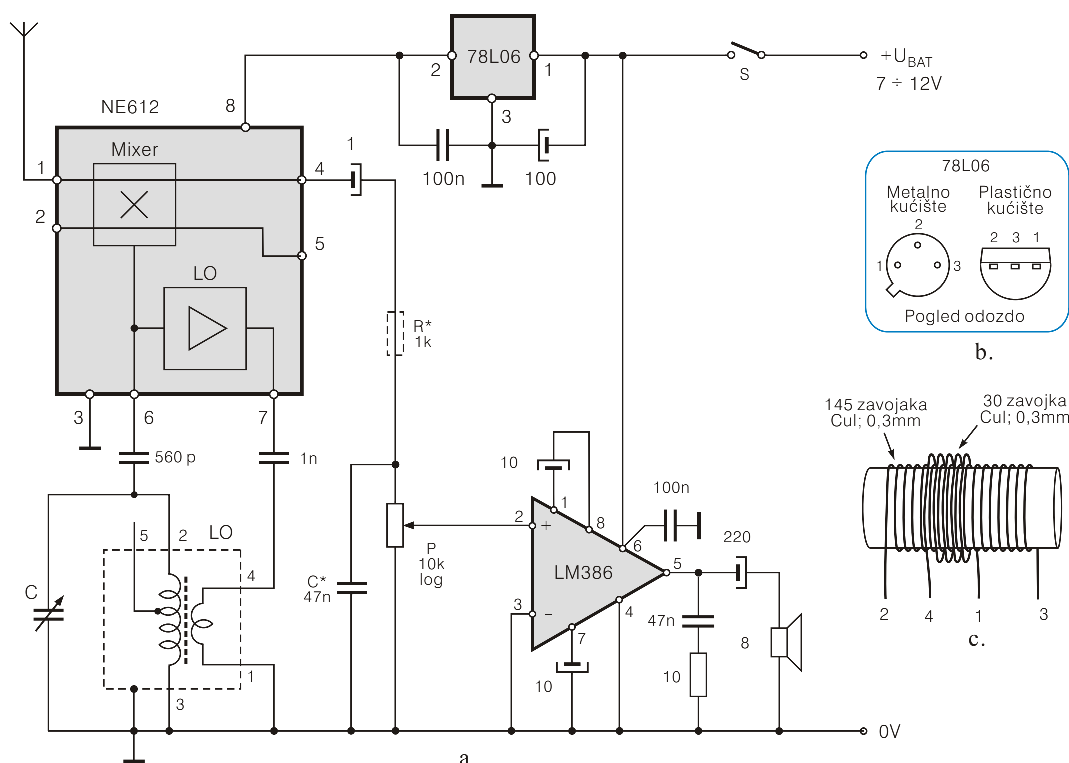
SubD25

5.3. NE612

5.3.1. Sinhrodini AM prijemnik

Ako se autor ovog teksta dobro seća jednog članka koji je u nekom stručnom časopisu pročitao pre mnogo godina, sinhrodini prijemnik je preteča superheterodinog prijemnika. U svoje vreme, početkom dvadesetog veka, on se zvao heterodin, a pronšao ga je Levi. Armstrong ga je usavršio i novom uređaju dao i novo ime, tako što je starom imenu dodao prefiks SUPER.

Električna šema je data na slici 5.7. I ovaj prijemnik, kao i prijemnik na slici 4.2, ima lokalni oscilator sa oscilatornim kolom priključenim između nožica 6 i 7. Ali, učestanost ovog oscilatora nije za f_m veća već je jednaka učestanosti stanice koju želimo da slušamo: $f_m = f_S$. Zbog toga, bitna konstruktivna razlika, u odnosu na šemu sa slike 4.2, je u tome što se na slici 5.7 ne koriste kondenzatori C_o i C_{t0} već kondenzator C koji se, prema slici 3.7, dobija spajanjem nožica O i A. Kapacitivnost ovog kondenzatora se menja u granicama od 12 pF do 218 pF, tako da se učestanost oscilatora, u slučaju prijema srednjih talasa, menja u granicama do 500 kHz do 1500 kHz. Napon iz oscilatora se u mešaču izbija sa signalima svih stanica koje stižu iz antene. Rezultat izbijanja sa signalom stanice čija je učestanost jednaka učestanosti oscilatora je NF signal (govor, muzika, Morzeovi znaci i sl.) kojim se u predajniku vrši modulacija. Ovaj signal se dobija na nožici 4, a odatle se, preko kondenzatora 1 F, vodi na potenciometar za regulaciju jačine i audio-pojačavač. Na istoj nožici se dobijaju i proizvodi mešanja napona oscilatora sa signalima ostalih stanica. Oni se potiskuju pomoću NF filtra koji obrazuju otpornik R* i kondenzator C*. U uređaju koji smo mi testirali nije korišćen R*. Njega treba ubaciti ako se pojave smetnje u obliku zviždanja ili nečeg sličnog, a optimalnu vrednost otpornosti treba naći eksperimentom. U slučaju potrebe, treba probati i sa većim vrednostima kapacitivnosti kondenzatora C*.

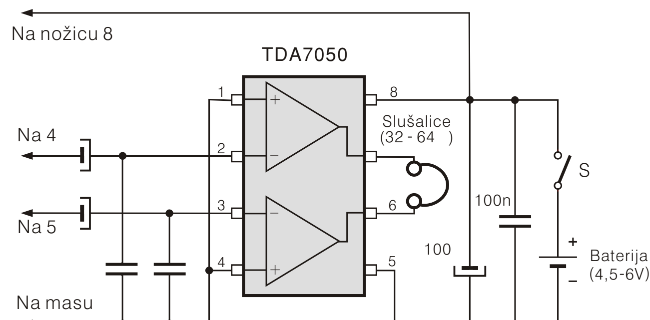


Slika 5.7. Sinhrodini AM prijemnik: a-električna šema, b-raspored nožica kola 78L06, c-kalem oscilatora

* Kao što je ranije rečeno, vrlo je važno da jednosmerni napon napajanja kola NE612 bude stabilan. U slučaju sinhrodinog prijemnika ta potreba je još izraženija nego kod superheterodinog prijemnika. Stabilizacija ovog napona se obavlja pomoću stabilizatora sa kolom 78L06. To kolo je smešteno u kućište tranzistora male snage, metalno (kao BC107) ili plastično (kao BC547), a maksimalna struja je oko 100 mA (slika 5.7-b). Umesto njega može da se koristi i jednostavniji stabilizator sa Zener diodom, kao na slici 5.9.

* Umesto fabrički izrađenog kalema LO, može da se koristi i kalem koji ćemo sami da namotamo. Najjednostavnije je da se koristi kalem sa slike 3.6, s tim što izvod u ovom slučaju nije potreban. Preko ovog kalema treba, prema slici 5.7-c, namotati kalem za povratnu spregu (njegovi krajevi su označeni sa 4 i 1). Pri povezivanju sa kondenzatorom C i nožicama 1 i 7 kola NE612, treba obratiti pažnju da krajevi kalemova 1 i 3 idu na masu, 2 na kondenzator C i kondenzator od 560 pF i 4 na kondenzator od 1nF. Naravno, i ovde je moguće koristiti kalem manjih dimenzija, namotan na manjem kalemskom telu, tanjom žicom, sa više zavojaka. Njegova induktivnost je oko 350 H, a potreban broj zavojaka se nalazi probom. Sprežni kalem (4-1) ima približno tri puta manji broj zavojaka od kalema oscilatornog kola (2-3).

* Na nožici 5 kola NE612 se takođe dobija NF signal. On je isti kao NF signal na nožici 4, ali je u odnosu na njega fazno pomeren za 180°. (Jednostavno rečeno, dok jedan od ova dva signala raste, drugi se smanjuje, i obrnuto). To pruža mogućnost da se u NF delu



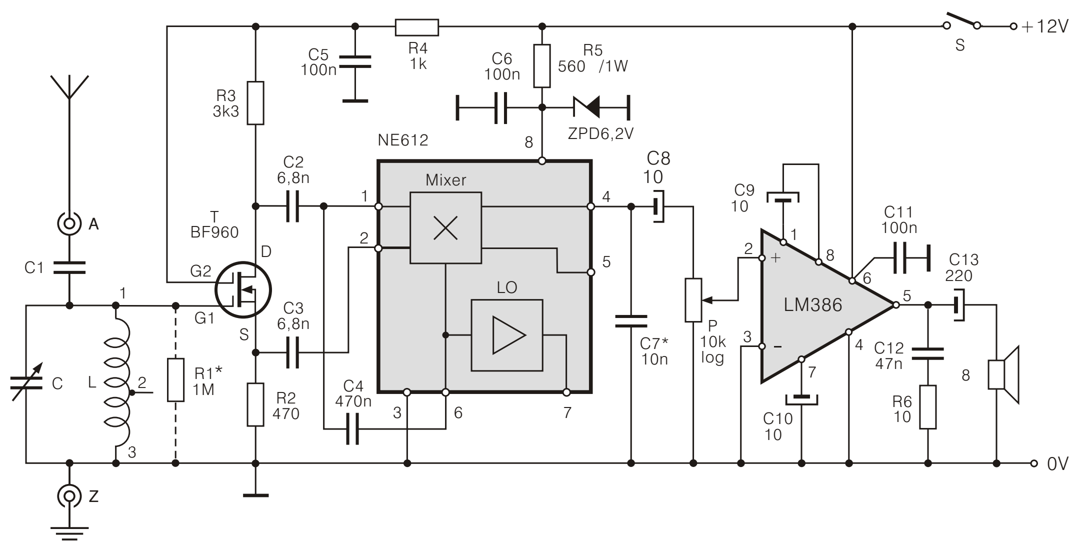
Slika 5.8. NF deo prijemnika sa slike 5.7

prijemnika koristi audio-pojačavač koji u sebi ima dva pojačavača sa invertujućim i neinvertujućim ulazima. Kao što je prikazano na slici 5.8, protivfazni NF signali sa kola NE612 se vode na iste ulaze (inverujuće). Izlazni signal ima dva puta veću amplitudu, pa je izlazna snaga četiri puta veća, nego kada se koristi samo jedan ulaz.

5.3.2. AM prijemnik sa sinhronim detektorom

U prethodnom projektu, kolo NE612 je, u suštini, iskorišćeno kao detektor AM signala. NF signal na izlazu mešača je proizvod istovremenog (sinhronog) dejstva signala stanice i napona iz lokalnog oscilatora na mešač. Odatle i potiče ime sinhroni detektor. Postoji i mogućnost da se umesto napona iz lokalnog oscilatora koristi nosilac stanice, tako da se, mada deluje neobično, signal stanice meša, odnosno izbija, sam sa sobom. Električna šema takvog jednog prijemnika prikazana je na slici 5.9.

Signal stanice na koju je podešeno ulazno kolo (C, L) se vodi na upravljački gejt MOSFET-a BF960. Pod dejstvom ovg napona kroz tranzistor teče promenljiva struja koja stvara padove napona na otpornicima R2 i R3. Ova dva napona, između S i mase i između D i mase, su međusobno fazno pomereni za 180°, pa se, preko sprežnih kondenzatora C2 i C3, vode na nožice 1 i 2 kola NE612, odnosno na jedan ulaz mešača. Istovremeno, na drugi ulaz



Slika 5.9. AM prijemnik sa sinhronim detektorom

mešača se, preko C4, dovodi signal sa drejna i u mešaču dolazi do izbijanja čiji je rezultat NF signal na nožici 4. Ovaj signal se, preko C8, vodi na potenciometar za regulaciju jačine i audio-pojačavač.

* Nepotrebni (i štetni) proizvodi mešanja, koji se manifestuju kao zviždanje, pištanje i sl. se potiskuju kondenzatorom C7. Ako oni i dalje postoje, treba povećati kapacitivnost ovog kondenzatora i/ili dodati i otpornik R*.

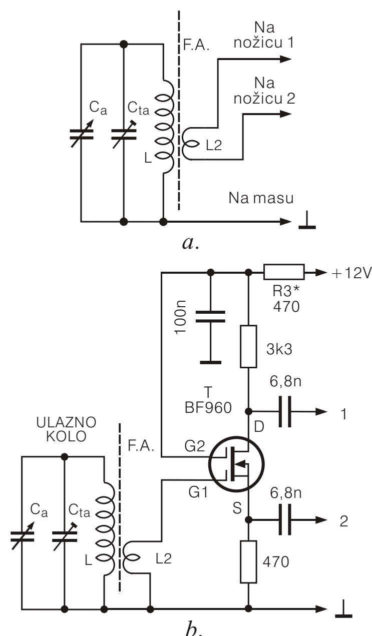
* Pomoću Zenerove diode ZPD6,2V i otpornika R5 se vrši stabilizacija jednosmernog napona koji se vodi na nožicu 8. Moguće je koristiti i diodu sa manjim naponom, recimo 6,2 V i sl. Ako je napon napajanja manji od 12V, treba koristiti otpornik R5 manje otpornosti.

5.3.3. Ulazna kola za prijemnike sa kolom NE612

Svi opisani prijemnici sa kolom NE612 rade i bez ulaznog kola, tako što se signali iz antene dovode direktno (ako se koristi spoljna antena u obliku komada žice), ili preko sprežnog kondenzatora (ako se koristi dugačka spoljna antena) na nožicu 1.

Prijem može da bude znatno bolji ako im se doda i ulazno kolo. To se naročito odnosi na potiskivanja smetnje usled simetrične stanice. Dakle, ako pri korišćenju prijemnika sa slike 5.7 ili 4.2 na pojedinim mestima na skali prijemnika dolazi do pojave zviždanja i slično, to je skoro sigurno usled dejstva simetrične stanice. Dodajte ulazno kolo i problem će biti rešen.

Na slici 5.10 su prikazana dva primera ulaznog kola za srednje talase koji koriste feritne antene. U oba slučaja iskorišćenaa je feritna antena izvađena iz rashodovanog fabričkog prijemnika, ali je moguće koristiti i običan kalem, kao na slici 5.9.

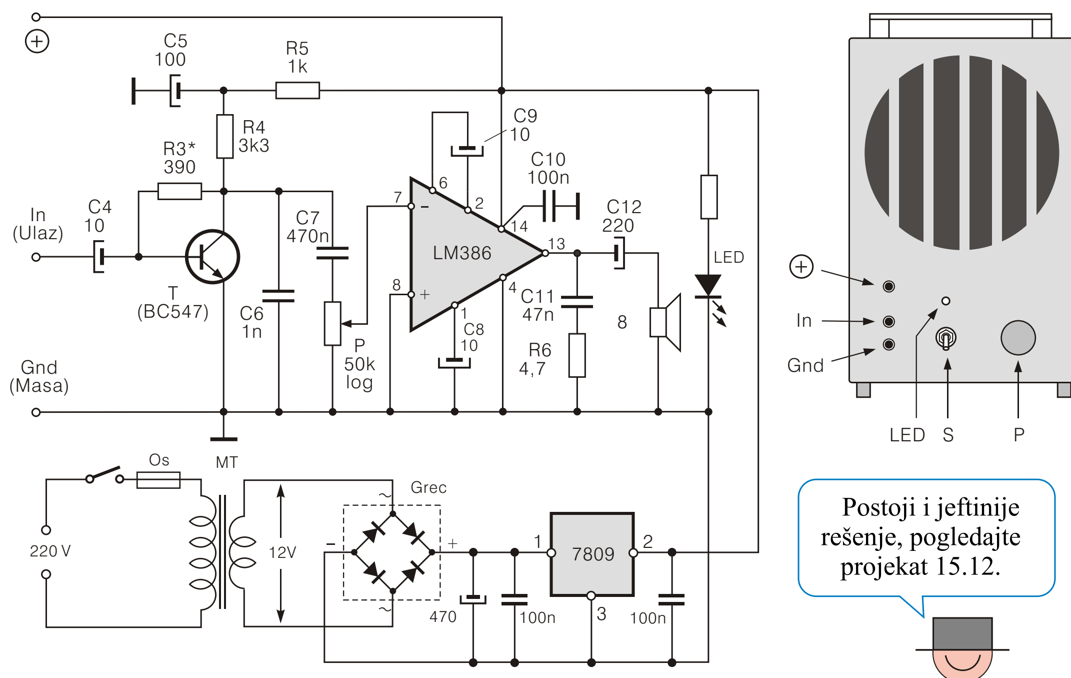


Slika 5.10. a-ulazno kolo za prijemnik sa slike 5.9, b-ulazno kolo i VF pojačavač za prijemnik sa slike 4.2

5.4. Univerzalni audio-pojačavač

O univerzalnom pojačavaču već je bilo reči u tekstu u vezi sa slikom 3.22. Na slici 5.11 je električna šema još jednog takvog uređaja, u kome se kao predpojačavač, umesto stepena sa kolom TLO71, koristi pojačavač sa tranzistorom BC547. On može da se upotrebu za praktičnu proveru svih ranije opisanih radio-prijemnika. NF signal se, sa detektora u VF delu prijemnika, dovodi na buksne obeležene sa In i Gnd. (Ako veze nisu suviše dugačke koriste se dve obične žice, u suprotnom - mikrofonski kabl). Na treću buksnu je izveden jednosmerni napon koji se koristi u slučajevima kada je za rad VF dela potreban i jednosmerni napon (takvi su na primer, prijemnici na slikama 3.24, 3.25, 3.29 itd.).

* Pojačavač može da se smesti u bilo kakvu kutiju, jedno od mogućih rešenja je prikazano na slici 5.11.



Slika 5.11. Univerzalni audio-pojačavač: a-električna šema, b- kutija

* Može da bude vrlo korisno da se u kutiju smesti i neki stabilisani ispravljač čiji izlazni napon može da se podešava u granicama od nekoliko volti do 12 V. U tom slučaju, u zajedničkoj kutiji imate i univerzalni pojačavač i ispravljač, koji možete da koristite za napajanje i proveru raznih drugih elektronskih uređaja, a ne samo radio-prijemnika.

* Za pravilan rad tranzistora T1 neophodno je da jednosmerni napon između kolektora i emitera bude malo manji od polovine napona baterije. Ako to nije slučaj treba promeniti otpornost R3.

5.5. Dodatna kola

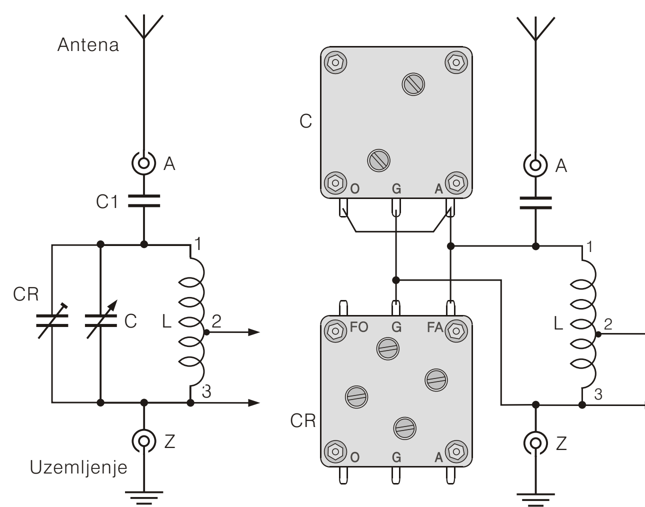
5.5.1. Fino podešavanje

Pri podešavanju prijemnika na neku od stanica iz oblasti kratkih talasa pomoću promenljivog kondenzatora, javlja se jedan problem. Jednostavno govoreći, stanice su po učestanosti suviše blizu jedna drugoj, pa za prelazak sa jedne na drugu promenljivi kondenzator treba okrenuti za izuzetno mali ugao, što je praktično skoro neostvarljivo. Bilo bi korisno kada bi deo opsega u blizini učestanosti na koju je prijemnik podešen mogao da se, kako se to popularno kaže, razvuče. Kod direktnih prijemnika opisanih u prethodnim glavama, razvlačenje se ostvaruje tako što se, prema slici 5.12, paralelno promenljivom kondenzatoru u ulaznom kolu doda još jedan promenljivi kondenzator (CR). Njegova kapacitivnost treba da se menja u znatno manjim granicama nego kapacitivnost kondenzatora C, od nekoliko do dvadesetak pikofarada. Podešavanje se ostvaruje tako što se prvo pomoću C prijemnik podesi približno na sredinu dela područja koje nas interesuje, a zatim se pomoću CR podešavamo na neku od stanica u tom delu. Na primer, ako se stanice koje nas interesuju nalaze u delu KT opsega od 6,1 MHz do 6,2 MHz (to je poznato 49-metarsko područje), prvo se pomoću C podesimo na približno 6,15 MHz, a zatim pomoću CR biramo neku od stanica u pomenutom delu. Isto važi i za čuveni Magic Band (oko 50 MHz).

Kondenzator CR se montira u blizini kondenzatora C, tako da su im dugmeta na prednjoj ploči prijemnika, jedno pored drugog.

* Kao kondenzator CR može da se iskoristi neki vazdušni trimer kondenzator na čiju osovinu može da se namontira dugme za okretanje. Moguća je i upotreba jedne od sekcija promenljivog kondenzatora sa slike 3.8, kao što je prikazano na desnom delu slike 5.12.

* Problem "zbijenosti" stanica na KT postoji i kod superheterodinih prijemnika. On se kod njih rešava tako što se CR dodaje paralelno promenljivom kondenzatoru u kolu lokalnog oscilatora. Tako se radi jer se kod superheterodinih prijemnika stanica bira pomoću



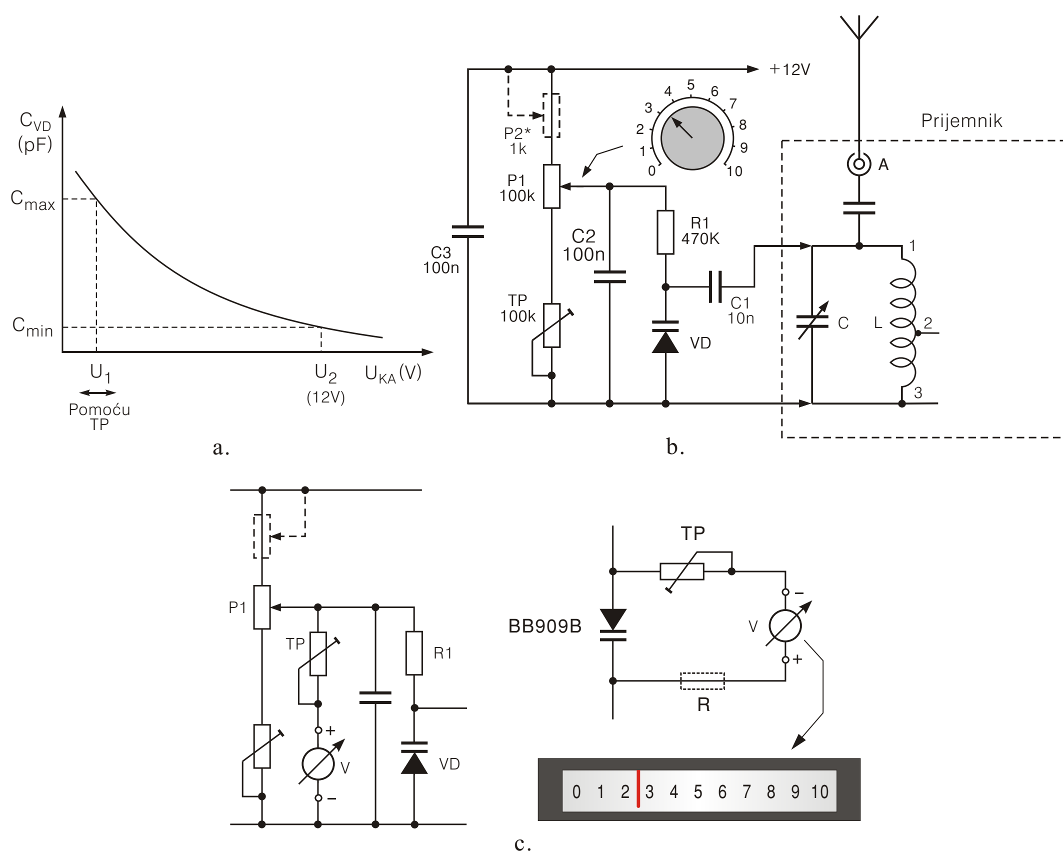
Slika 5.12 . Fino podešavanje na stanicu (razvlačenje dela prijemnog područja)

lokalnog oscilatora. Važno je da oscilator ima tačnu učestanost koja je za međuučestanost veća od učestanosti stanice koju želimo da primimo. Ako, pri tome, rezonantna učestanost ulaznog kola nije jednaka učestanosti stanice, to neće mnogo uticati na prijem. U tom smislu, u prijemniku na slici 4.5, CR se vezuje između nožica 2 i 3 kola LO.

5.5.2. Elektronsko podešavanje prijemnika

Umesto kondenzatora CR, koji je u prethodnom projektu korišćen za fino podešavanje, može da se koristi i kapacitivna (varikap) dioda. To je specijalna VF dioda koja se pomoću jednosmernog napona polariše tako da je nepropusna (+ na katodu, - na anodu). Pri promeni veličine napona menja se kapacitivnost diode, što omogućuje da se koristi kao promenljivi kondenzator. Ako se, prema slici 5.13-a, jednosmerni napon između katode i anode (U_{KA}) menja u granicama od U_1 do U_2, kapacitivnost diode se menja u granicama od C_{max} do C_{min}.

Električna šema kola za elektronsko fino podešavanje data je na slici 5.13-b. Kapacitivnost diode se menja pomeranjem klizača potenciometra P1. Pomoću trimera TP se podesi potrebna vrednost maksimalne kapacitivnosti diode, i kad se to obavi on se zameni običnim otpornikom. Sve komponente, izuzev P1, se montiraju na štampanu pločicu, zajedno sa ostalim komponentama prijemnika. P1 se montira na prednju ploču prijemnika i sa tri obične žice spaja sa pločicom.



Slika 5.13. Elektronsko podešavanje: a-električna šema, b-karakteristia varikap diode, c-skala prijemnika

* Promenljivi kondenzatori pomoću kojih se u svim do sada opisanim prijemnicima vršilo podešavanje na stanicu su dobre, pouzdane i trajne komponente. Nezgoda je u tome što se oni teško nabavljaju, prilično su glomazni (u odnosu na ostale komponente), a njihova montaža nije jednostavna jer osovina na kojoj je dugme treba da prolazi kroz prednju ploču kutije u koju je smešten prijemnik. Zato se umesto njih takođe koriste varikap diode. Sa varikap diodom koja ima dovoljno veliki odnos C_{max}/C_{min}, recimo $C_{max}/C_{min}>15$, kolo sa slike 5.13 može da se koristi kao promenljivi kondenzator. U tom slučaju na slici 5.13 se izostavi promenljivi kondenzator C. Na ručicu P1 se montira malo veće dugme sa strelicom, a na kutiji se ispišu brojevi od 1 do 10, kao što je prikazano kao detalj na slici 5.13-b. Ta skala omogućuje slušaocima da vide na koju je stanicu podešen prijemnik.Ako su u pitanju srednji talasi, moguće je ispisati i brojeve kao na točku kondenzatora sa slike 3.7.

* U slučaju KT, za fino podešavanje dodaje se i potenciometar P2.

* Optička indikacija podešenosti na stanicu pomoću dugmeta sa strelicom je najjednostavnije rešenje. Lepše rešenje je upotreba malog instrumenta sa kretnim kalemom (V), koji se u fabričkim prijemnicima koristi za indikaciju istrošenosti baterije, ili za indikaciju tačne podešenosti na stanicu i sl. Povezivanje se vrši prema šemi na levom delu slike 5.13-c. Na red sa instrumentom je vezan trimer potenciometar TP. Njegova otpornost zavisi od maksimalne struje instrumenta, a može da se nađe eksperimentom. Za početak, uzmite

linearni trimer otpornosti 1 M , sa klizačem u krajnjem donjem položaju (tako da mu je otpornost maksimalna). Klizač potenciometra P1 stavite takođe u krajnji donji položaj. Uključite prijemnik. Pomerajte klizač P1 na gore i pratite iglu instrumenta. Ako ona ubrzo skrene do kraja, moraćete da uzmete trimer veće otpornosti ili da na red sa trimerom dodate otpornik, tako da, kada klizač P1 dođe u krajnji gornji položaj, igla bude negde oko polovine skale. Ako igla, kada je klizač P1 u gornjem položaju, skreće suviše malo, trebaće vam trimer manje otpornosti. Kada se, ostvari da igla, sa klizačem P1 u gornjem položaju, skreće oko polovine skale, pomera se kalizač trimera TP dok igla ne skrene do kraja. Kolo je dobro podešeno ako, pri pomeranju klizača P1 od jednog do drugog karjnjeg položaja, igla skreće od nule do punog otklona. Instrument može da bude bilo kakvog oblika, najprikladniji je četvrtasti, kao na slici, koji je i najjeftiniji.

* Optička indikacija podešenosti na stanicu kod prijemnika sa elektronskim podešavanjem, kao što su oni na slici 4.12, 4.14 i 4.19, se ostvaruje pomoću instrumenta koji se vezuje paralelno varikap diodi. Šema veza je prikazana na desnom delu slike 5.13-c. U donjem delu slike je prikazan instrument sa kretnim kalemom.

Na skalama ovih instrumenata su najčeše brojevi od 1 do 10, ali, ako ste dovoljno vešti, vi možete da na skali ispišete brojeve koji predstavljaju učestanosti stanica u megahercima (recimo 88...96...100...108 MHz).

MiFilov postulat uključivosti:
"Svaki radio-prijemnik bolje radi ako se uključi"



MiFilov zakon uključivosti:
"Koeficijent korisnog dejstva =100%" ima svaki radio-prijemnik, pod uslovom da nije uključen".

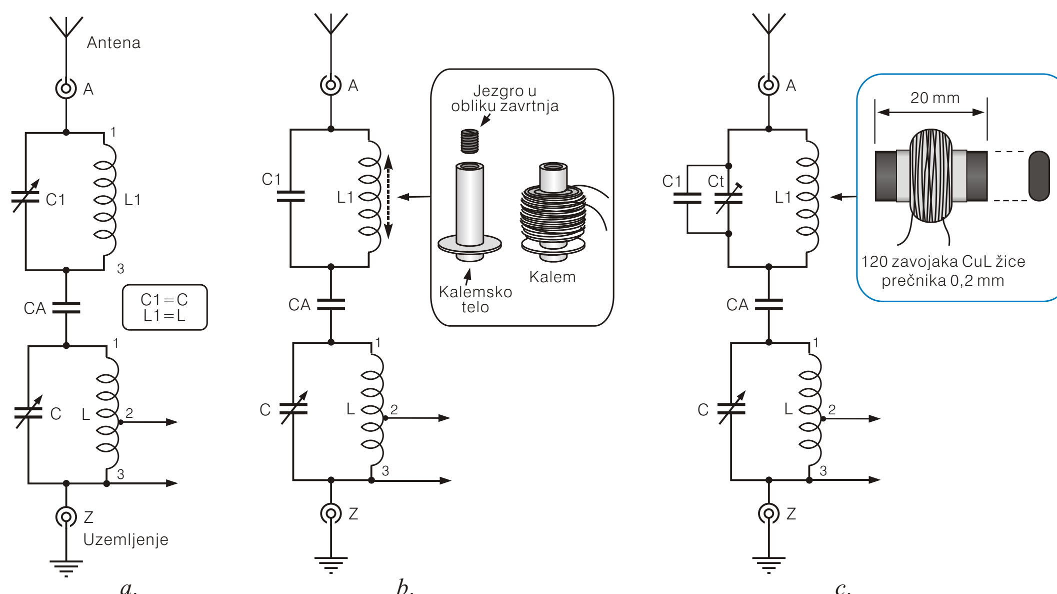


5.5.3. Potiskivanje signala lokalnog radio-predajnika

Od svih radio signala u prijemnoj anteni, izuzetno najjači je signal koji stvara lokalni radio-predajnik, što je posledica činjenice da je on stotinama pa i hiljadama puta bliži prijemniku od ostalih radio-predajnika. Taj signal može da bude toliko jak da ometa normalan prijem svih drugih stanica. U slučaju jednostavnih prijemnika, njegov program se, jače ili slabije, čuje u svim položajima promenljivog kondenzatora za biranje stanica. Rešenje ovog problema je tzv. zaptivno kolo, pomoću koga se signal lokalnog predajnika oslabljuje, tako da ne smeta (ali je još uvek dovoljno jak za normalan prijem, kada se prijemnik podesi na njega).

Zaptivno kolo je paralelno oscilatorno kolo koje na slici 5.14-a obrazuju kalem L1 i kondenzator C1. Pomoću C1 se podešava da je rezonantna učestanost kola jednaka nosećoj učestanosti lokalnog predajnika. Na toj učestanosti kolo se ponaša kao otpornik velike otpornosti (videti sliku 3.2-b) i smanjuje struju koju stvara signal lokalnog predajnika. Za ostale signale kolo ima malu otpornost i na njih nema uticaja. Podešavanje se obavlja tako što se prijemnik podesi na lokalni predajnik i okretanjem kondenzatora C1 ostvari dovoljno slab prijem. Ako je slabljenje preterano veliko, doda se otpornik paralelno kondenzatoru C1.

Korišćenje promenljivog kondenzatora u zaptivnom kolu na slici 5.14-a nije



Slika 5.14 . Potiskivanje signala lokalnog predajnika

ekonomično rešenje. Mnogo je bolje, i u pogledu ekonomičnosti i u pogledu prostora, rešenje na slici 5.14-b. U zaptivnom kolu se korriste blok kondenzator C1 i kalem čija induktivnost može da se menja. On je, kao što je prikazano u uokvirenom delu slike, namotan na plastično kalemsko telo sa feritnim jezgrom. Broj zavojaka kalema se nalazi eksperimentom (oko par stotina zavojaka bakarne žice što manjeg prečnika). Eksperimentom se nalazi i kapacitivnost C1 (par stotina pikofarada). Kao kalem može da se koristi i ranije pominjani MF transformator. Koriste se, prema slici 4.3-a, nožice2 i 3, ostale "vise" (ne leme se). I u ovom slučaju se kapacitivnost C1 nalazi eksperimentom. Postupak podešavanja je isti kao u prethodnom primeru. Razlika je samo u tome što se podešavanje ostvaruje okretanjem jezgra kalema.

Moguće je i da se kalem, prema slici 5.14-b, namota na komad feritnog štapa, a podešavanje obavi pomoću trimera Ct.

5.5.4. Dvostruko podešavanje na stanicu

Autor ovih redova, kao veliki ljubitelj (*amateur*, na francuskom) radiotehnike, poseduje zbirku od preko 150 komada raznih Old Timer radio-prijemnika. Među njima je i jedan, star preko sedamdeset godina, kod koga se podešavanje na stanicu obavlja pomoću dva dugmeta. Prvim se prijemnik podesi da se stanica čuje kako-tako, obično jedva. Zatim se pažljivo vrti drugo dugme, dok se ne ostvari optimalan prijem, koji je znatno, a u slučaju slabijih stanica izuzetno, bolji nego ranije.

Selektivnost jednostavnih prijemnika opisanih u prethodnim glavama, može da se značajno poveća primenom opisanog dvostrukog podešavanja. Električna šema veza prikazana je na slici 5.15-a. Između priključka za antenu i ulaznog kola prijemnika (to može da bude bilo koji ranije opisani AM prijemnik) ubačeno je redno oscilatorno kolo koje obrazuju redno vezani L1 i C1. Kao i kod ranije razmatranog paralelnog oscilatornog kola, rezonantna učestanost rednog kola je data već više puta pominjanim Tomsonovim obrascem. Na toj učestanosti redno oscilatorno kolo ima vrlo malu otpornost (za razliku od paralelnog kola čija je otpornost na rezonantnoj učestanosti velika). Zavisnost impedanse ("otpornosti") Z_{AB} rednog oscilatornog kola od učestanosti prikazana je na dijagramu na slici 5.15. Kao što se

Slika 5.15. Dvostruko podešavanje na stanicu: prvo pomoću C (kako-tako), pa pomoću C1 (mnogo bolje)

vidi, redno kolo se ponaša kao otpornik vrlo male otpornosti samo za stanicu na koju je podešeno. Za ostale stanice ovo kolo se ponaša kao otpornik mnogo veće otpornosti. Sve u svemu, od svih signala u anteni, najveću stuju, a time i napon na ulaznom kolu, stvoriće predajnik na koji su podešena oba oscilatorna kola, i redno i paralelno. Podešavanje se obavlja na već opisani način, prvo pomoću C (kako-tako) pa pomoću C1 (mnogo bolje).

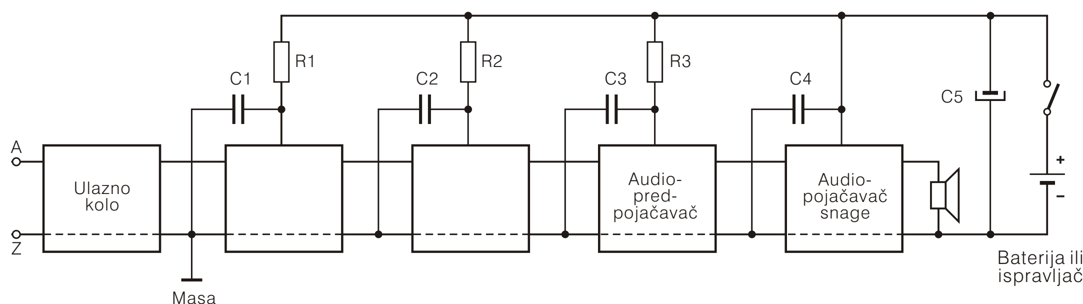
* Između kalemova L1 i L treba sprečiti magnetnu spregu. To se ostvaruje tako što se kalemovi montiraju tako da su što je moguće dalje jedan od drugog i da su im ose pod pravim uglom.

* Veće mogućnosti za eksperimentisanje sa dvostrukim podešavanjem pruža šema na slici 5.15-b.I sada se koristi redna rezonancija u kolu L1, C1 i paralelna u kolu L, C. Kalemovi se postavljaju jedan pored drugog tako da između njih postoji magnetna sprega. Podešavanje se obavlja na ranije opisan nači, s tim što sada postoji i mogućnost da se menja magnetna sprega između kalemova, tako što se oni primiču ili odmiču jedan od drugog, čime se menja uticaj antene na oscilatorno kolo L, C a time i njegova selektivnost i osetljivost.

5.5.5. Razdvajanje stepena - sprečavanje oscilovanja

Jedan od značajnijih problema koji se javljaju kod uređaja koji se sastoje od više kaskadno povezanih pojačavačkih stepena je pojava povratne sprege preko provodnika pomoću koga se ti stepeni povezuju sa pozitivnim krajem baterije, ili ispravljača, iz koje se taj uređaj napaja električnom energijom. Inače, povratna sprega je pojava kada se deo signala sa izlaza nekog pojačavača vrati na njegov ulaz. Pod određenim uslovima ova sprega dovodi do pojave oscilovanja, što se u uređajima sa zvučnicima na izlazu, kao što su audio-pojačavači, radio-prijemnici itd., manifestuje pojavom zvuka u obliku snažnog brujanja, zviždanjaa, pištanja i sl.

Jedan od načina sprečavanja ove povratne sprege prikazan je na slici 5.16, na kojoj je blok-šema radio-prijemnika koji ima četiri pojačavačka stepena sa aktivnim komponentama (tranzistori ili integrisana kola), koji zahtevaju napajanje iz baterije. Razdvajanje stepena za naizmeničnu struju (čime se sprečava povratna sprega) je ostvareno pomoću NF filtera sa otpornicima i kondenzatorima. Otpornosti otpornika su u granicama od nekoliko stotina oma do jednog kilooma. Kapacitivnost kondenzatora C1 i C2 je u granicama od više desetina nanofarada do nekoliko stotina nanofarada, a kondenzatora C3 u granicama od nekoliko stotina nanofarada do oko sto mikrofarada. Kapacitivnost C4 je 100 nF a njegov desni kraj se lemi u



Slika 5.16. Razdvajanje pojačavačkih stepena

stopicu koja treba da je što bliža stopici u koju je zalemljena nožica integrisanog kola na koju se dovodi + pol napajanja. Svi kondenzatori treba da su keramički, sa što manjom štetnom induktivnošću. Štampana kola treba tako projektovati da u stepenima u kojima se koriste integrisana kola, stopica u koju se lemi desni kraj kondenzatora bude što bliže stopici u koju se lemi nožica kola na koju se dovodi pozitivan kraj napona za napajanje. (Na primer, na slici 5.9, stopica u koju se lemi desni kraj kondenzatora C6 treba da je postavljena što bliže stopici u koju se lemi nožica 8 kola NE612).

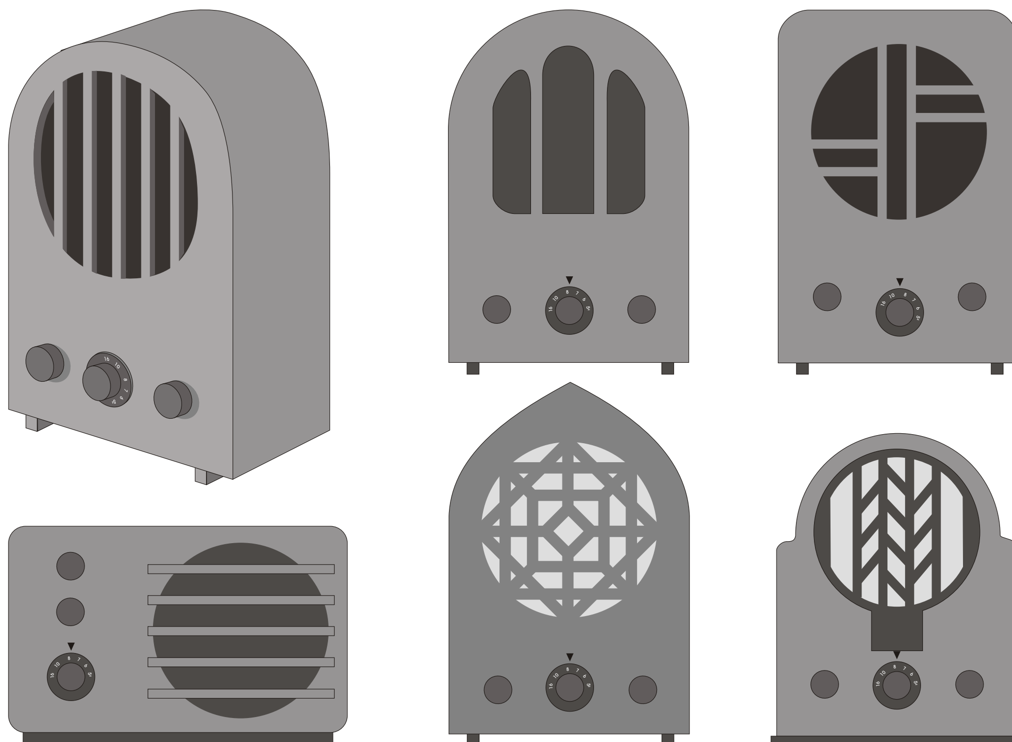
U prijemnicima koji se napajaju iz baterija, kondenzator C5, kapacitivnosti par stotina mikrofarada, služi da, kada se baterija delimično isprazni, povremeno, kada se preko zvučnika reprodukuju vrlo snažni tonovi, preuzme njenu ulogu. (Jednostavno govoreći, C5 se ponaša kao mali akumulator koji, kada je potrebno, pomaže delimično istrošenoj bateriji, da dâ dovoljno struje pojačavaču snage. Za vreme kad njegova pomoć nije potrebna, on se dopunjava iz baterije). Ovaj kondenzator nije potreban kada se prijemnik napaja iz ispravljača koji na svom izlazu ima elektrolitski kondenzator i kada provodnici kojima je ispravljač povezan sa prijemnikom nisu duži od petnaestak centimetara.

5.6. Kutije

Za sve ljubitelje elektronike, lepa dobra kutija u koju treba da smeste svoje uređaje predstavlja mali problem. Gotovih kutija ili nema u prodaji, ili ih ima ali im dimenzije ili oblik ne odgovaraju našim potrebama, ili su preskupe ili . . . U takvim slučajevima treba biti snalažljiv pa u nekoj prodavnici robe od plastike pronaći neku četvrtastu kutiju koja se koristi u domaćinstvima, ili neku kutiju od ambalaže i sl. Tako se radi i u "belom svetu". Pre nekoliko godina, u poznatom elektrotehničkom časopisu ETI TOP PROJECTS je objavljen članak pod naslovom "TIC TAC RADIO" u kome je opisan prijemnik sa kolom ZN414 koji je smešten u providnu plastičnu kutiju u kojoj su bile pakovane TIC TAC osvežavajuće bombone. (U podnaslovu je pisalo da izrada uređaja služi kao izgovor za kupovinu slatkiša, što je, verovatno, namenjeno čitaocima koji su na dijeti iz estetskih razloga.)

Ali, narodna poslovica kaže da "Konac delo krasi". Većinu vaših prijatelja će više da impresionira lepa kutija u koju je prijemnik smešten nego kvalitet reprodukcije, vrsta modulacije i ostale tehničke karakteristike. A lepu odgovarajuću kutiju ne možete da kupite, morate sami da je napravite. To može da bude kutija kao na slici 3.11, ili nešto slično. Ideju o izgledu kutije možete da nađete i u nekom katalogu proizvođača radio-prijemnika, a možete i sami da nešto smislite. Što se tiče autora ovog teksta, njemu su najlepše stare drvene kutije prijemnika iz dvadesetih i tridesetih godina dvadesetog veka, iz vremena čarlstona, E. H. Armstronga i Al Kaponea. One su, približno, izgledale kao kutije na slici 5.17 i mogu da vam posluže kao inspiracija za vaš lični dizajn.

Srednje dugme je dugme promenljivog kondenzatora za biranje stanica, a desno - dugme potenciometra za regulaciju jačine. Levo dugme može da bude rotacioni prekidač za uključivanje/isključivanje (S). To može da bude i dugme potenciometra za regulaciju boje tona, a kod reakcijskih prijemnika dugme potenciometra kojim se reguliše veličina reakcije.

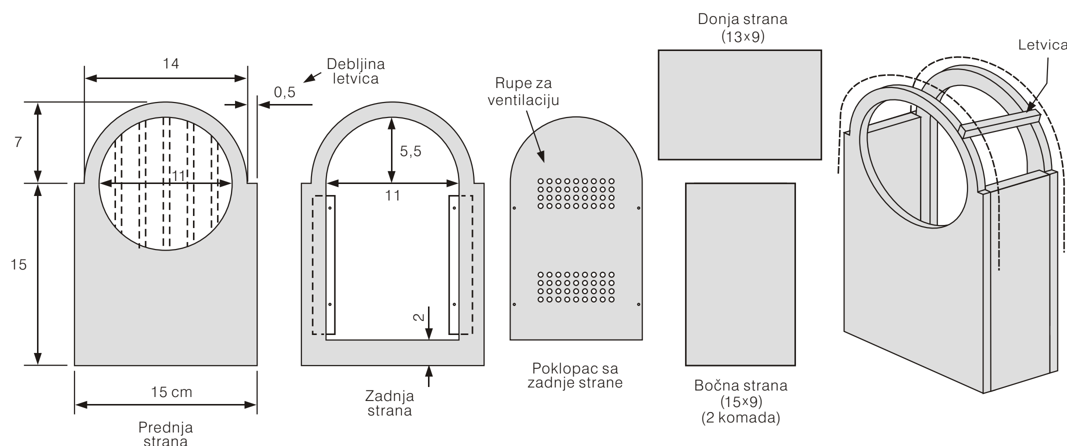


Slika 5.17. Kutije radio-prijemnika

U zadnja dva slučaja, prekidač U/I (S) se nalazi na potenciometru za regulaciju jačine. Priključci (buksne) za spoljnu antenu i uzemljenje su na zadnjoj strani (poklopcu) kutije. Žice koje spajaju buksne sa štampanom pločom su izolovane, savitljive i dovoljno dugačke da poklopac može da se otvori i stavi u horizontalan položaj.

Ako se prijemnik napaja iz mreže, treba dodati i zelenu LED diodu, kao indikator uključenosti. Lepo mesto za nju je iznad dugmeta promenljivog kondenzatora, umesto trouglastog repera.

Na slici 5.18 su prikazani delovi prve kutije sa slike 5.17. Za prednju i zadnju stranu potrebna su dva komada šper-ploče dimenzija 22 cm x 15 cm, debljine 5 mm; za bočne - dva komada dimenzija 15 cm x 9 cm, debljine 10 mm i za donju stranu jedan komad dimenzija 13 cm x 9 cm, debljine 10 mm. Najbolje je da sve ove komade iseče stolar na mašini, jer će samo tada oni biti strogo pravougaonog oblika, a bočne i donja strana će imati potpuno istu širinu, što je vrlo značajno pri sklapanju. Na prednjoj strani se, pomoću šestara, nacrtaju krug i polukrug, a isecanje se obavlja iglastom testerom za ručni rad. Deo koji se iseče iz zadnje strane predstavlja poklopac. Kada se ovaj deo iseče ne treba ga više obrađivati brusnim papirom, jer će on i ako nije isečen ravno sasvim lepo da se uklapa u otvor na zadnjoj strani. Na unutrašnjem delu zadnje strane treba zakucati dve letvice od šper ploče dimenzija oko 2 cm x 13 cm. U njih će se kasnije šrafiti četiri zavrtnja za drvo (rupice su prikazane kao četiri tačke),



Slika 5.18. Delovi kutije radio-prijemnika starinskog izgleda

kojima se pričvršćuje poklopac. Spajanje delova se vrši lepkom za drvo i sitnim ekserima. Pre nego se počne sa kucanjem, vrlo je korisno da se u prednjoj i zadnjoj strani na rastojanu od nekoliko centimetara, burgijom prečnika 1 mm, izbuši više rupa kroz koje će prolaziti ekseri. Ekseri se delimično ukucaju u prednju i zadnju stranu, ivice se namažu lepkom i pristupi se zakucavanju. Kad se to završi kutija treba da izgleda kao na crtežu u krajnjem desno delu slike 5.18. (Vertikalne trake preko otvora za zavučnik nisu prikazane. Njih nožete i da izostavite, i izrežete ceo otvor za zvučnik. Kasnije, kad kutija bude gotova, zakucajte preko otvora nekoliko tankih letvica, kao na zadnjojem crtežu na slici 5.17). Polukružni deo

se pravi od letvica preseka 5 mm x 5 mm, ili nešto približno, koje se slažu jedna do druge na gornje ivice prednje i zadnje strane koje su premazane lepkom. (Na slici je prikazana samo jedna od tih letvica).

Kada se stavi i poslednja letvica, prostor između nih se, pomoću struške (špahtle) ispuni "gitom" koji se pravi mešanjem sitne strugotine od drveta i lepka za drvo. Posle toga, sve letvice se čvrsto pritegnu uz ivice prednje i zadnje ploče, pomoću dva komada jake lepljive trake, koji su prikazani isprekidanim linijama, i sve ostavi da se dobro osuši. Kada se sušenje završi, posle desetak sati, sve ivice i delovi letvica koji "vire", se dobro izravnaju brusnim papirom. Brzovezujućim gitom se popune sve rupice, pa se ponovi izbruse sve ivice i sve strane, pa opet gitom izvršre potrebne popravke i doterivanja, ponovo izbrusi itd., sve dok gornji deo ne bude u obliku pravilnog polukruga, sve strane glatke, a ivice pravilne.

* Pre nego što se zvučnik pomoću zavrtnja fiksira, između njega i prednje ploče se ubaci komad dekorativnog platna koje štiti zvučnik, a doprinosi i lepšem izgledu kutije.

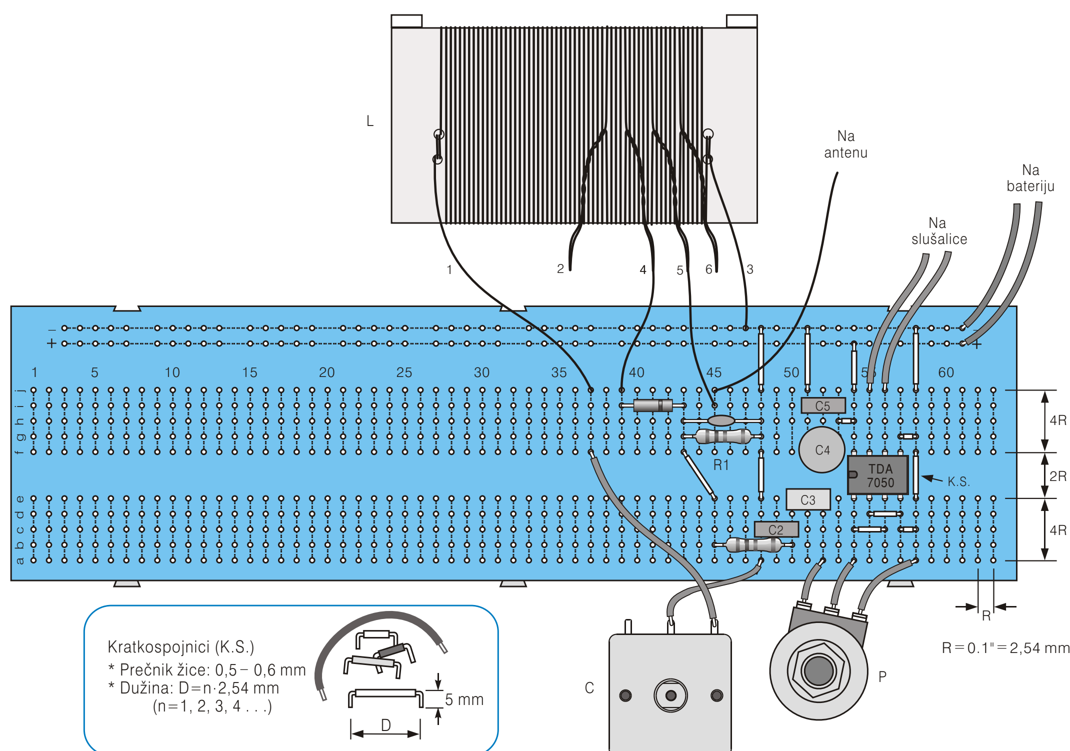
* Možda se nekom od čitalaca čini da u prethodnim redovima ima prilično preterivanja, koje skoro da prelazi u neku vrstu cepidlačenja. Postoji latinska poslovica koja kaže: AGE QUOD AGIS - radi ono što radiš, koja u našem slučaju može da se prepriča kao: ili napravite kutiju kako treba ili nemojte uopšte da je pravite. Pri tome, imajte u vidu da su lepo i ružno krajnosti prosečnog, pa kad je nešto mnogo ružno ono počinje da biva mnogo lepo.

* Ova kutija je relativno malih dimenzija, predviđena je za zvučnik prečnika oko 12 cm. Ako vi imate veći zvučnik, a on će da svira i glasnije i kvalitetnije, napravite veću kutiju. Proračun dimenzija se obavlja tako što se prečnik većeg otvora, koji odgovara većem zvučniku (izražen u centimetrima), podeli sa 11 i dobijenim brojem pomnože sve mere na slici 5.18. Na primer, ako je prečnik novog, većeg otvora 15 cm, nove dimnzije se dobijaju tako što se stare množe sa 1,36.

5.7. Matador, bimbord, protobord . . .

Čitaoci koji su pažljivo proučili sve projekte radio-prijemnika opisanih u prethodnom tekstu, zapazili su da je autor često upućivao na eksperimentisanje, ili sa vrednostima komponenata, ili pojedinim sklopovima, sve u cilju praktičnog nalaženja optimalnog rešenja. Kada su u pitanju sitne intervencije, kao što je, recimo, pronalaženje optimalne vrednosti otpornosti nekog otpornika, to može da se obavi na već napravljenoj štampanoj pločici. Ali u slučaju znatnijih promena, to, naravno, nije zgodno, a često je i skoro nemoguće. Za sve vrste provera ispravnosti električnih šema i različita eksperimentisanja sa svim elektronskim uređajima, pa i sa radio-prijemnicima, najbolje je koristiti specijalnu eksperimentalnu ploču, koja se u prodaji nalazi pod različitim fabričkim nazivima: protobord, bimbord, matador, stekplatine, stekbord itd. Za sve njih je zajedničko da se spajanje komponenata obavlja bez lemljenja, jednostavnim ubadanjem nožica u rupice na ploči.

Kao primer, na slici 5.19 je, u prirodnoj veličini, prikazna eksperimentalna ploča koju je koristio autor ove knjige. Na njoj se nalazi 630 vertikalno raspoređenih rupica interno povezanih u 126 grupa od po pet komada, i još 100 rupica, u gornja dva reda, povezanih u dve horizontalne grupe od po 50 komada. Veze između rupica su u unutrašnjosti ploče pa se ne



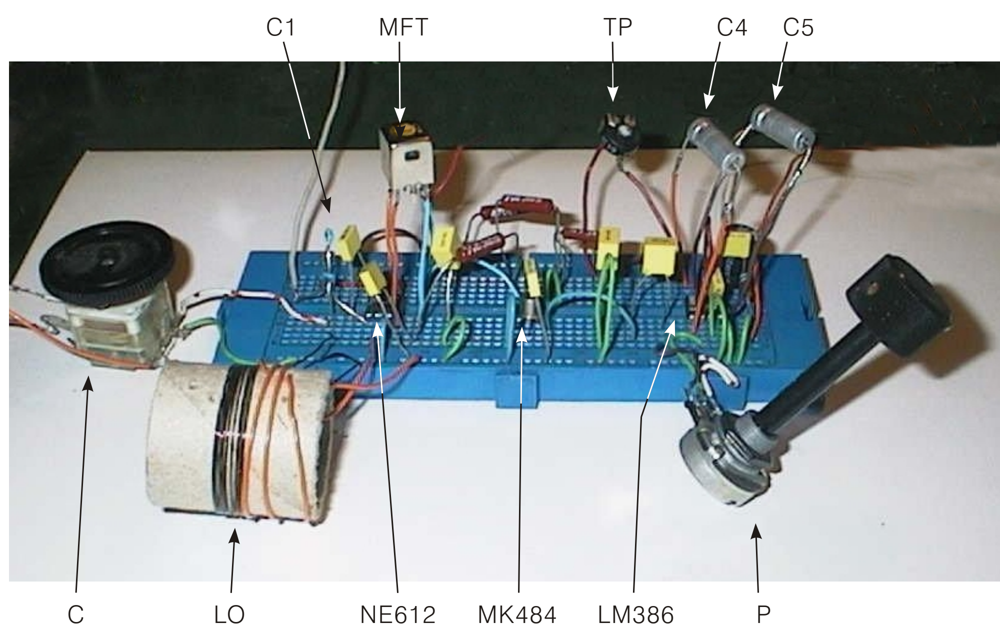
Slika 5.19. Prijemnik sa slike 3.15 namontiran na bimbord ploči

vide, na slici su prikazane isprekidanim linijama. Gornja dva reda se koriste za dovođenje potrebnog napajanja i na njih se priključuje baterija, odnosno ispravljač. Jedna od njih, to je najčešće ona na koju je priključen minus pol baterije i tako je u svim ranije opisanim uređajima, služi i kao masa uređaja. U unutrašnjosti rupica su minijaturne metalne buksne. Buksne su elastične, tako da kada se u njih ugura nožica neke komponente ostvaruje se pouzdan i mehanički i električni spoj. Rastojanja između susednih rupica su 2,54 mm (deseti deo inče), što omogućuje priključivanje većine elektronskih komponenata, koje se proizvode sa rastojanjima između nožica jednakim celom broju pomnoženom sa 2,54 mm. (Po katalozima proizvođača i prodavaca komponenata rastojanje od 2,54 mm se obeležava sa R, što je prvo slovo reči Raster, a za komponente čije se nožice nalaze na horizontalnim i vertikalnim rastojanjima jednakim 2,54 mm pomnoženim nekim celim brojem se kaže da su im nožice u rasteru).

Potrebni električni spojevi između pojedinih grupa rupica ostvaruju se kratkospojnicima koji mogu da se kupe u *Conradu*, ali ih korisnici češće sami prave od komada plastikom izolovane bakarne žice prečnika od 0,5 mm do 0,6 mm. Ti komadi su različitih dužina i mogu da budu savijeni kao najveći komad u levom donjem delu slike 3.19, mada je lepše, i bolje, napraviti i koristiti pravilne komade u obliku ćiriličnog slova P.

Na slici 5.19 je prikazan i primer praktične primene univerzalne ploče. Na njoj je realizovan radio-prijemnik sa slike 4.4. Tu su sve komponente osim zvučnika i ispravljača. Umesto MK484 iskorišćeno je kolo ZN414 u metalnom kućištu.

Jasno je da se sada eksperimentisanje obavlja na veoma jednostavan način. Na primer, ako vas interesuje kako veličina kapacitivnosti kondenzatora C2 utiče na boju tona u zvučniku, izvadite ga i umesto njega ubodete kondenzator veće ili manje kapacitivnosti dok



Slika 5.19-b Prijemnik sa slike 4.4, sa kalemom za KT, namontiran na bimbord pločici

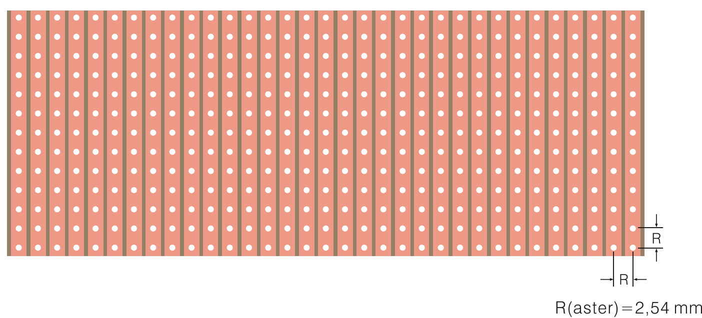
ne pronađete vrednost koja vam najviše odgovara.

* Buksne na ploči su elastične tako da se u njih lako uguravaju provodnici različitih prečnika. Ne treba uguravati provodnike čiji su prečnici znatno veći od 0,6 mm jer će se buksne deformisati. Komponente čije su nožice suviše debele kao i komponente kao što su promenljivi kondenzatori, potenciometri, transformatori i slično, se priključuju preko komada žica čiji su krajevi zalemljeni za njihove izvode.

* Korisno je da kratkospojnici budu izrađeni od žica sa izolacijama različitih boja, tako da crvene koristite za spajanje sa + polom baterije, crne sa masom, žute za signal itd.

5.8. Univerzalno štampano kolo

Praktična realizacija jednostavnih radio-prijemnike, kao i drugih jednostavnih elektronskih uređaja, može da se izvede na više načina, kao što je to detaljno objašnjeno u Praktičnoj ELEKTRONICI 2. Jedan od tih načina je prikazan i u ovom broju. To je konstrukcija detektorskog prijemnika na slici 3.11, u kojoj su neke komponente montirane na zidove kutije (promenljivi kondenzator kalem i buksne), a ostale (dioda i dva blok-kondenzatora) između njih. Uz malo veštine, i uz pomoć nekoliko malih eksera ukucanih sa unutrašnje strane prednje ploče kutije, na sličan način bi mogao da se praktično ostvari i nešto složeniji uređaj, recimo onaj sa slike 3.12. Ali to rešenje bi već počelo da liči na "tehniku crknute bube", o kojoj je takođe bilo reči u Praktičnoj ELEKTRONICI 2. Pravo rešenje je štampano kolo, koje možete da izradite na osnovu datih crteža ili crteža koje ćete sami da napravite i uputstva datog u poglavlju 5.1.

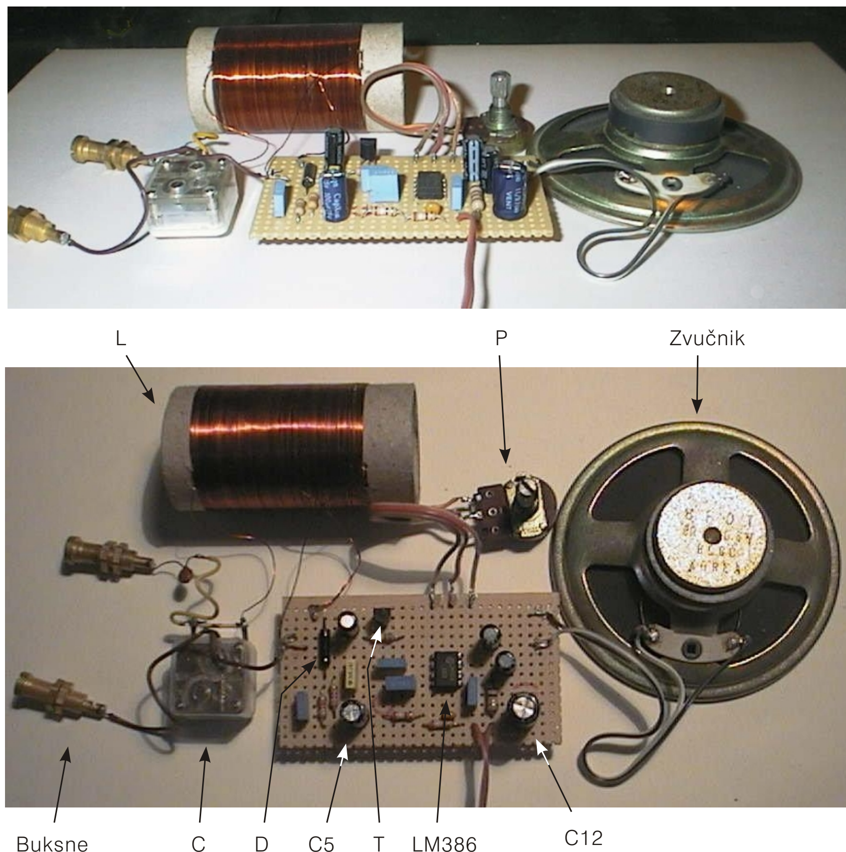


Slika 5.20 Univerzalna štampana pločica

Postoje i drugačiji načini praktične realizacije. Jedan od njih je upotreba univerzalnog štampanog kola koje može da se kupi u prodavnicama elektronskih komponenata. Postoji više vrsta univerzalnih štampanih kola, za sve je zajedničko da su rupice na njima bušene na međusobnim rastojanjima od desetog dela inča (R=2,54 mm).

Jedna od univezalnih štampanih pločica prikazana je na slici 5.20. Ona se sastoji od većeg broja bakarnih traka sa rupicama.Neke od traka se preseku, a ostale veze se ostvaruju komadima bakarne žice. Prvo se leme komadi žica, pa komponente (otpornici, diode, integrisana kola, kondenzatori . . .).

Kao primer, na slici 5.21 prikazana je fotografija prijemnika sa slike 3.21-a koji je izveden pomoću univezalne štampane pločice sa slike 5.20. Njegovo smeštanje u kutiju može da se obavi kao na slici 3.21-c, s tim što kutija treba da bude veća, tako da u nju može da se smesti i zvučnik.

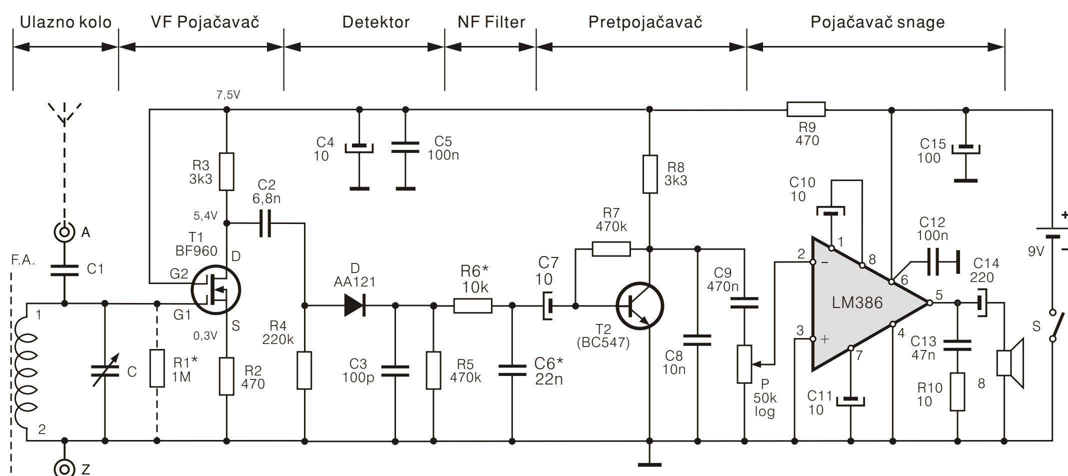


Slika 5.21. Prijemnik sa slike 3.21-a realizovan na univerzalnoj štampanoj pločici

5.9. Savremeni *Old Timer*

Ovaj prijemnik je namenjen čitaocima koji žele da naprave poluprovodničku varijantu kompletnog direktnog radio-prijemnika koji je pre mnogo godina proizvođen sa elektronskim cevima. Taj prijemnik je imao ukupno tri elektronske cevi: u jednoj su bile VF pentoda (iskorišćena u VF pojačavaču) i dioda (iskorišćena u detektoru), u drugoj trioda (pretpojačavač) i snažna pentoda (pojačavač snage) i u trećoj duodioda (ispravljač). Električna šema takvog prijemnika u kome su elektronske cevi zamenjene poluprovodničkim komponentama je prikazana na slici 5.22. I ovaj prijemnik smo trestirali, pokazalo se da su mu karakteristike (selektivnost i osetljivost) slične karakteristikama prijemnika sa slike 3.25, s tim što je kvalitet reprodukcije bio nešto malo bolji (ili se to nama samo učinilo, jer smo ga merili "na sluh").

* MOSFET ima vrlo veliku ulaznu otpornost pa ne prigušuje ulazno oscilatorno kolo, tako da njegova selektivnost ostaje ne umanjena. Pojačanje VF pojačavača može da se menja promenom jednosmernog napona na gejtu G2. To može da se ostvari kao na slici 3.29-a, pomoću TP1, P1 i C2, s tim što umesto TP1 treba koristiti otpornik otpornosti 8,2 k .



Slika 5.22. Kompletan direktni AM prijemnik

* U prijemniku se koristi feritna antena. Tada za prijem jačih radio-predajnika nije potrebna spoljna antena. Ipak, i tada treba imati priključak za spoljnu antenu koja je neophodna ako se želi i prijem slabijih (udaljenijih) predajnika. Umesto feritne antene može da se koristi kalem sa slike 3.6, bez izvoda. Tada je spoljna antena obavezna.

* Da bi sve bilo kako treba, prijemnik treba smestiti u odgovarajuću kutiju. Njemu bi najlepše bilo u nekoj od kutija sa donje slike, ali pošto vi tako nešto, verovatno, ne posedujete, moraćete da se snađete. Iskoristite neku malo jaču kartonsku kutiju koju ćete da oblepite slikama iz nekog časopisa i sl.

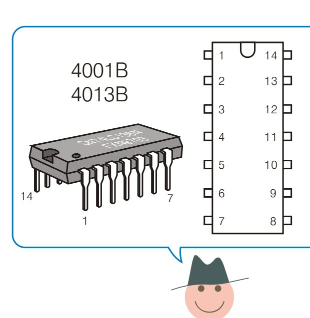


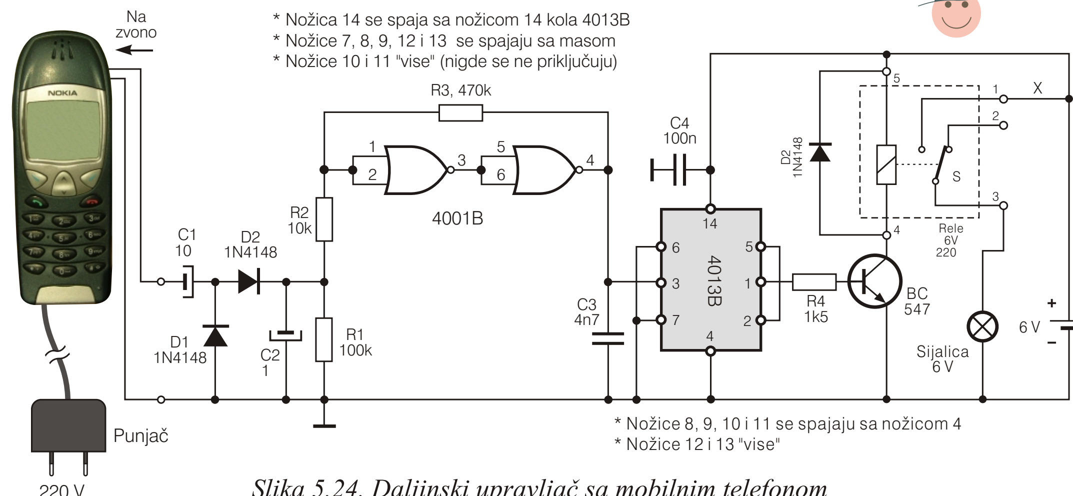
5.10. Mobilni telefon

Novi modeli mobilnih telefona se pojavljuju maltene svakodnevno i tako će biti sve dok postoje kupci željni novih stvari i spremnih i sposobnih da ih kupe. Zbog toga mobilni telefoni, mada potpuno ispravni, vrlo brzo, brže od svih drugih tehničkih proizvoda, odlaze u "staro gvožđe" i mogu da se kupe po izuzetno niskoj ceni. U mobilnom telefonu postoje i radio-predajnik i radio-prijemnik, pa se postavlja pitanje šta sa njime mogu da urade radio-amateri. Tu ima dosta posla za poznavaoce softvera, ali i za klasične ljubitelje elektrotehnike. U tekstu koji sledi biće reči o tome kako mobilni telefon može da se iskoristi za daljinsko upravljanje.

Električna šema uređaja pomoću koga može da se preko telefona uključi ili isključi bilo kakav električni uređaj koji se napaja iz baterije ili ispravljača napona 6 V je data na slici 5.24. Pri eksperimentisanju, najbolje je da taj uređaj bude sijalica. Električni signal sa zvona mobilnog telefona se vodi na tzv. diodnu pumpu. To je, u suštini, diodni detektor u udvostručavajućem spoju koji obrazuju diode D1 i D2, kondenzatori C1 i C2 i otpornik R1. Struja diode D1 puni kondenzator C1 i jednosmerni napon na njemu raste. Ovaj napon se, preko R2, vodi na ulaz Šmitovog okidnog kola, koje čine dva NILI kola i R3. Kada taj napon postane veći od 3,5 V, na izlazu Šmitovog kola (nožica 4 drugog NILI kola) se dobija napon od +5 V. Ovaj napon se vodi na nožicu 3 kola 4013B. U ovom kolu se nalaze dva D bistabilna flip-flopa. Koristi se samo jedan koji je povezan kao T (Toggle) flip-flop. Kada se na

njegovom ulazu (nožica 3) pojavi +5 V i na izlazu (nožica 1) se pojavi +5 V. Ovaj izlazni napon ostaje +5 V i kada se ulazni napon smanji na nulu. On će da se smanji na nulu tek kada se na ulazu, posle prekida, ponovo pojavi +5V, a to znači kada mobilni telefon bude pozvan ponovo. Pod dejstvom napona na nožici 1 tranzistor odlazi u zasićenje (ponaša se kao zatvoren prekidač), kotva relea biva privučena i sijalica svetli. Kada, kasnije, ponovo pozovete telefon na slici, na ulazu 3 kola





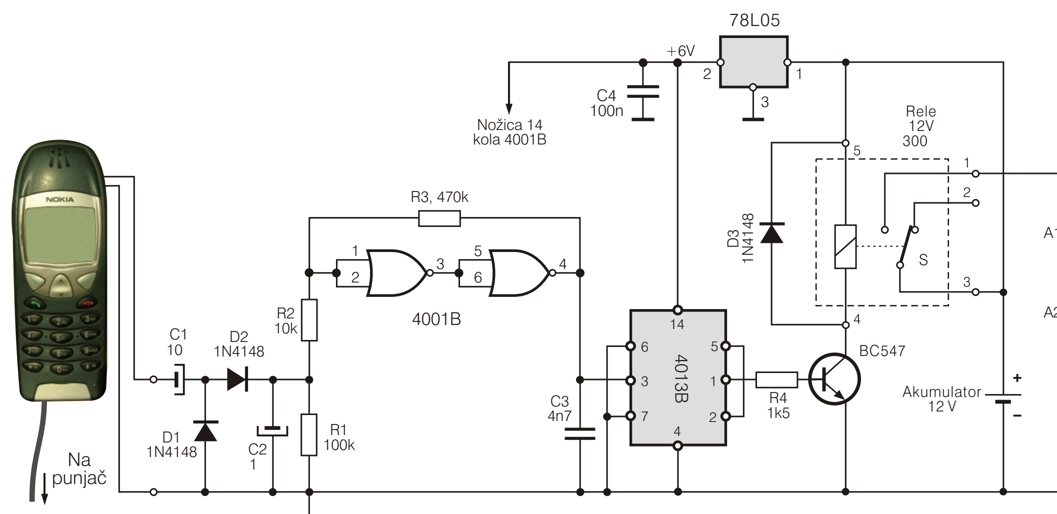
Slika 5.24. Daljinski upravljač sa mobilnim telefonom

4013B će se ponovo pojaviti +5 V, a to će izazvati da se napon na nožici 3 smanji na nulu i sijalica će da se ugasi. Okidni napon koji se dobija pomoću diodne pumpe je približno jednak naponu baterije u mobilnom telefonu, što je u slučaju telefona na slici 5.24 bilo 3,5 V. Ako se na slici 5.24 koristi baterija čiji je napon veći od 6 V, on mora da se smanji pomoću stabilizatora napona, kao što je učinjeno na slici 5.25.

Za pouzdan rad kola 4001B i 4013B neophodno je da okidni napon na njihovim ulazima poraste na veličinu koja je jednaka ili veća od $0{,}7U_{Bat}$, gde je U_{Bat} napon napajanja.

Tranzistor na slici 5.24 može da bude bilo koji NPN tranzistor čija je maksimalna dozvoljena kolektorska struja jednaka ili veća od struje koja teče kroz namotaj relea.

Na slici 5.25 je prikazana šema uređaja za daljinsko bežično uključivanje i isključivanje alarmnog uređaja koji se napaja iz akumulatora od 12 V. Alarm se priključuje između tačaka A1 i A2. Kada vlasnik objekta u koji je ugrađen alarm, zatvori sve prozore i vrata (na čije otvaranje alarm reaguje) i zaključa spoljna vrata, on pozove svojim mobilnim telefonom



Slika 5.25. Daljinsko upravljanje uređajem koji se napaja iz baterije napona 12 V

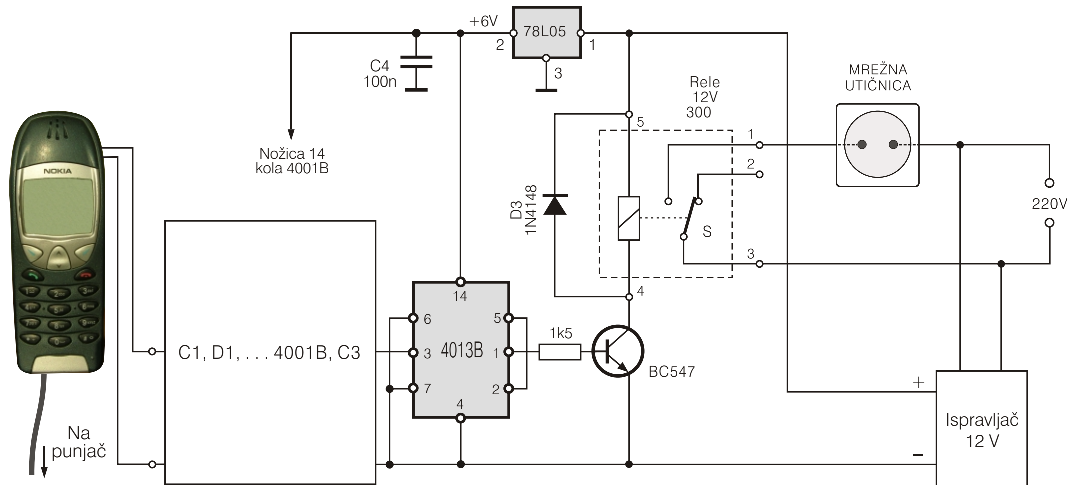
mobilni telefon na slici. Kotva se, iz položaja na slici, prebaci u suprotni položaj, ostvari se spoj između priključaka relea 3 i 1 i alarm je spreman da reaguje. Kasnije, recimo sutradan, ako je u pitanju neka prodavnica, vlasnik prvo pozove mobilni na slici. Kotva se vrati u položaj kao na slici, alarm se isključi i vlasnik može da otključa vrata, otvori prozore i slično.

Struja uređaja sa slike 5.25 kada tranzistor provodi struju je oko 40 mA. To ne predstavlja skoro nikakvo opterećenje za akumulator kapaciteta akumulatora za automobile. Ali ako se koristi akumulator znatno manjeg kapaciteta, to može da bude problem. Ušteda može da se ostvari ako se zna da li je tokom određenog perioda vremena uređaj kojim se upravlja duže uključen ili isključen. Ako je duže uključen nego isključen, treba koristiti priključke relea 2 i 3 jer su oni spojeni kada tranzistor ne provodi struju. Ako je uređaj duže vremena isključen nego uključen treba koristiti priključke 1 i 3 jer između njih nema spoja kad tranzistor ne provodi struju.

Problema sa potrošnjom nema ako se koristi ispravljač, kao na slici 5.26. Ako se

mrežna utičnica i veze sa priključcima relea (1,2 i 3) izostave, preklopnik S u releu može da se koristi za bilo kakva uključivanja/isključivanja. Šema na slici omogućuje daljinsko upravljanje snažnim električnim uređajima (grejalica, klima uređaj i sl.) koji se priključuju na mrežnu utičnicu na slici.

Kao što je već rečeno, na ulaz kola, između levog kraja C1 i mase, dovodi se signal sa zvona u mobilnom telefonu. Ali, pronalaženje zvona u mobilnom telefonu nije sasvim lako,



Slika 5.26. Daljinsko upravljanje uređajem koji se napaja iz električne mreže

kao što je bilo nekada u starinskim fiksnim telefonima. Kao pomoć može da vam posluži slika 5.27 na kojoj je prikazana rasklopljena NOKIA. Prvo se skine zadnji poklopac u koji je ugrađena baterija. Zatim se izvadi kartica, odvrnu četiri zavrtnja i skine zadnja strana. Posle toga se odvrne još jedan zavrtanj i skine antena. Ovaj zavrtanj je obeležen brojem 1, a mesto u koje je bio uvrnut brojem 2. Kada se izvadi štampana ploča i okrene s leva u desno dobija se slika D i C. Zvono je u plastičnom kućištu iz koga izlaze dve male oprug, koje se vide u desnom delu slike zvona. (Kada se štampana ploča okrene s desna u levo i stavi na sliku C, opruge dodirnu pozlaćene kružiće Z1 i Z2 čime se zvono spoji sa štampanom pločicom.) Na ove kružiće se zaleme krajevi dve tanke licnaste žice u PVC izolaciji. Ove žice se provuku

U telefonu na prethodnim slikama treba odabrati melodiju koja ima konstantnu amplitudu i nije isprekidana. U korišćenoj Nokiji to je bila melodija pod imenom *Brave Scotland*. Jačinu treba podesiti na maksimum. Pri pozivanju treba biti pažljiv i vezu prekinuti odmah posle prvog zvonjenja.

* Ako je u telefonu lako dostupna sijalica kojom se osvetljava ekran i ako se na njoj pojavljuje celokupan napon baterije, onda ovaj napon može da se kroristi za okidanje uređaja. Njega treba preko dve žice sa sijalice dovesti na otpornik R1. Pri tome teba voditi računa da pozitivan kraj bude spojen sa gornjim krajem R1, a negativan sa masom. C1, D1, D2 i C2 treba izostaviti. Telefon može da zvoni više puta i da koristi bilo koju melodiju.



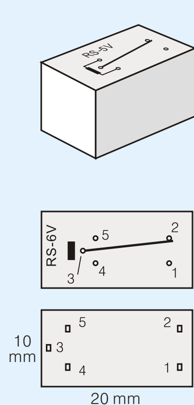
Slika 5.27. Otvorena NOKIA

kroz otvor koji se na ivici prednje strane napravi pomoću male okrugle turpije. Zvono, pošto nije potrebno, može da se izvadi, ali tada telefon ne može da se koristi za razgovor jer se zvono koristi i kao mikrofon.

Pri zvonjenju, na otporniku R1 se dobija jednosmerni napon koji je nešto malo manji od napona baterije. U Nokiji koja je korišćena u prethodnim projektima koristi se baterija čiji je napon 3,6 V, pa je toliko i napon na otporniku R1. Ali, u drugim mobilnim telefonima koriste se baterije većeg ili manjeg napona, o čemu mora da se vodi računa. Okidni napon na nožicama 1 i 2 kola 4001B i nožici 3 kola 4013B ne sme da bude manji od $0{,}7 \cdot U_{Bat}$ ni veći od U_{Bat}, gde je U_{Bat} jednosmerni napon napajanja ovih kola, tj. jednosmerni napon na njihovim nožicama 14. To, na primer, znači da ako je U_{Bat}=4,5 V, pozitivan napon na otporniku R1 treba da je veći od 3,15 V, ali ne i veći od 4,5 V.

Ako se koristi telefon sa baterijom napona većeg od 3,6 V, problem se rešava tako što se jačina zvonjave smanji i podesi tako da je napon na R1 jednak $0{,}7 \cdot U_{Bat}$.

Ako je napon baterije manji od 3,6 V, treba smanjiti U_{Bat}. To se ostvaruje upotrebom odgovarajućeg stabilizatora napona, kao što je urađeno na slici 5.25.

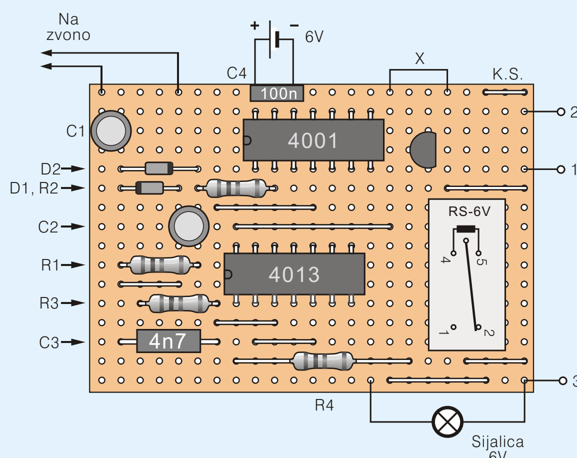


Slika A. Rele

RELE

U uređaju može da se koristi rele sa namotajem (elektromagnetom) za bilo koji napon: 5 V, 6 V, 12 V, 24 V. Naravno, napon baterije treba da je jednak naponu relea. Otpornost namotaja nije od velikog značaja. Ona je obično par stotina oma. Ako može da se bira, treba koristiti rele sa najvećom otpornošću jer je tada manja struja.

U prototipu sa slike 5.24 korišćen je rele sa slike A. On se nalazi u plastičnom kućištu čije su dimenzije (u milimetrima): 2x10x10. Na njegovom gornjem delu je nacrtana slika sa rasporedom nožica. To je pogled odozdo, na donju stranu na kojoj se nalaze nožice. Ako ova slika ne postoji, raspored nožica se lako pronalazi pomoću om-metra.



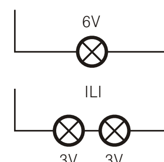
Slika B. Uređaj sa slike 5.24 realizovan na univerzalnoj štampanoj pločici: gore - crtež, dole - fotografija

PRAKTIČNA REALIZACIJA

Na slici B je prikazan jedan od načina praktične realizacije uređaja sa slike 5.24. Komponente su montirane na komad univerzalne štampane pločice sa slike 5.20. Nožice komponenata su zalemljene za stopice, a veze između njih su ostvarene komadima žice. Devet od tih veza su napravljene na strani komponenata. Jedna od njih je obeležena sa K.S.

Kada se ukloni kratkospojnik obeležen sa X, sva tri kontakta relea (1, 2 i 3) su potpuno slobodna i mogu da se iskoriste za bilo kakva uključivanja i isključivanja.

Umesto sijalice od 6V, koja se teže nabavlja, mogu da se koriste dve redno vezane sijalice od 3V.



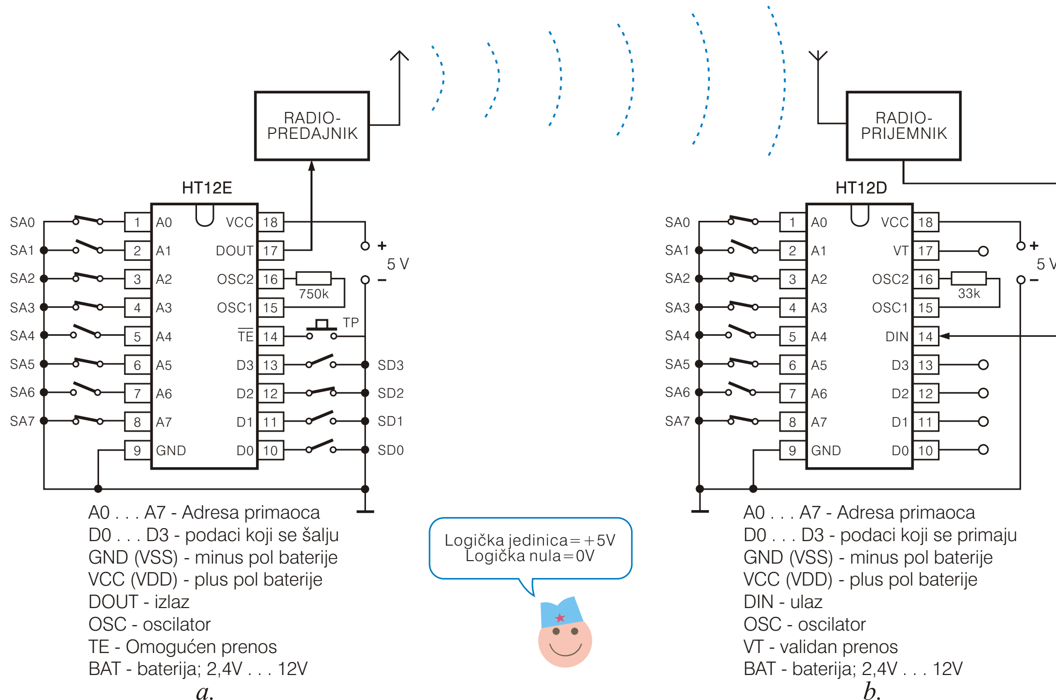


5.11. Bežično upravljanje

Bežično (pomoću radia) upravljanje opisano u prethodnom projektu je odlično kada su u pitanju vrlo velike razdaljine između mesta na kome se nalazi onaj koji upravlja i mesta na kome je uređaj kojim se upravlja. Tako, na primer, pomoću uređaja sa slike 5.26 možete, dok ste na letovanju, da u večernjim časovima s vremena na vreme uključujete i isključujete stonu lampu, televizor, radio ili nešto slično, što bi trebalo da odvrati provalnike, koji u letnjim mesecima posmatraju stanove, tražeći onaj u kome se ništa ne događa jer u njima nema nikoga. Sličnu stvar možete da radite i sa uređajima u vikendici, udaljenoj garaži itd. Osnovni nedostatak ove vrste upravljanja, koji u navednim i sličnim primerima ne dolazi do izražaja, je prilično veliko vreme uspostavljanja veze između telefona, kao i nemogućnost da se, na relativno jednostavan način, ostvari složeniji prenos podataka. U tekstu koji sledi biće opisan bežični prenos podataka na malu daljinu koji omogućuje mnogo složenija i praktično trenutna upravljanja na daljinu, koji se koriste u raznim alarmnim uređajima (protiv provale, dima, požara itd.), za otvaranje vrata garaže, uključivanje/isključivanje alarmnih i sličnih sistema, različitih uređaja itd.

Na slici 5.28-a je uređaj na mestu sa koga se upravlja, a na slici 5.28-b uređaj na mestu na kome je i uređaj kojim se upravlja. HT12E je koder, a HT12D dekoder.

Sa A0...A7 su obeleženi pinovi (nožice) na koje se upisuje adresa primaoca podataka. Kada su prekidači zatvoreni, na ovim pinovima je logička nula (0V), a kada su prekidači otvoreni na njima je logička jedinica (napon jednak naponu baterije, u našem slučaju +5V).



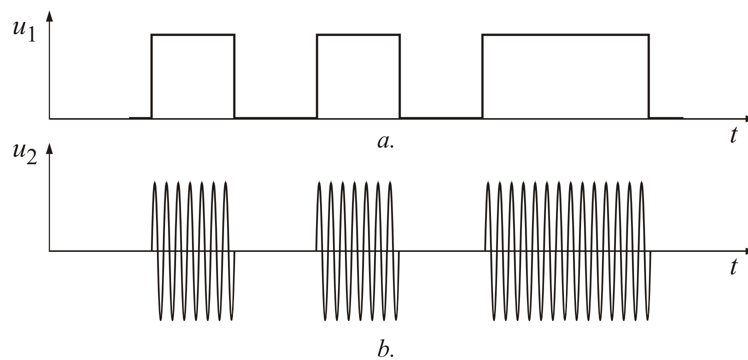
Slika 5.28. Bežični prenos podataka.

Adrese kodera i dekodera moraju da budu iste. To znači da oni prekidači (SA0...SA7) koji su zatvoreni na slici 5.28-a moraju da budu zatvoreni i na slici 5.28-b. Isto važi i za otvorene prekidače, oni koji su otvoreni na slici 5.28-a moraju da budu otvoreni i na slici 5.28-b. Sa prekidačima u položajima kao na slici obe adrese su 01001010.

Sa D0...D3 su obeležene nožice na koje se dovode podaci koji se prenose. Ako je prekidač otvoren na nožici je logička jedinica (1), a ako je zatvoren logička nula (0). (Sa prekidačima SD0...SD3 kao na slici 5.228-a podatak koji se prenosni je binarna reč 1101.)

Sa TP je obeležen taster prekidač: kada se pritisne ostvaruje se veza između pina 14 i mase čime se na ovu nožici dovodi logička nula. Kada se prekidač otpusti, na nožici 14 je logička jedinica (+5V). Pri otpuštenom prekidaču koder i radio-predajnik vuku izuzetno malu struju, što obezbeđuje vrlo dug vek baterije. Prenos se ostvaruje i traje dok je taster prekidač pritisnut. Kad se otpusti, prenos prestaje. Kad se pritisne taster, u kolu HT12E počinje proces skeniranja i prenošenja, jedno za drugim, stanja na nožicama A0, A1...A7, D0...D3 na nožicu 17 (DOUT - izlaz podataka). Naponom sa nožice 14 se vrši amplitudska modulacija nosećeg signala radio-predajnika. Kada na nožici 17 postoji napon, na izlazu predajnika je sinusoidalan napon konstantne amplitude, učestanosti 418 MHz. Kada je napon na nožici 17 jednak nuli, nema napona na izlazu predajnika. (Kao što se vidi, to je modulacija sa ukidanjem nosioca, koja se od samog početka radiotehnike koristi u CW telegrafiji.) Za slučaj da napon na nožici 17 ima oblik kao na slici 5.29-a, napon na izlazu predajnika ima oblik kao na slici 5.29-b.

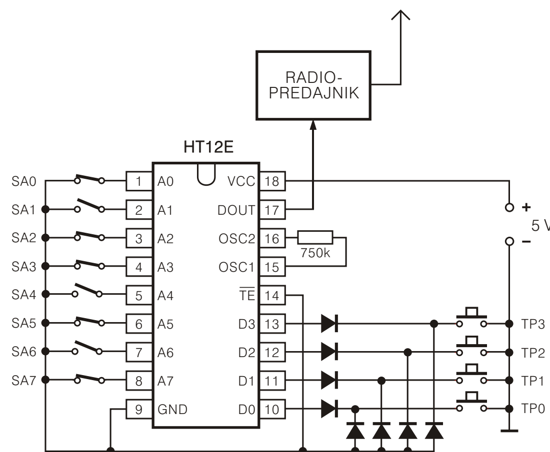
Na mestu prijema, signal iz radio-prijemnika se vodi na nožicu 14 (DIN - ulaz podataka) dekodera HT12D. Ako se adrese kodera i dekodera slažu, na izlazima D0...D3 se pojavljuju stanja sa nožica 10, 11, 12 i 13 kola HT12E. U našem primeru, u dekoderu na nožicama D0, D1 i D3 biće +5V (u odnosu na masu), a na nožici D2 biće 0V.



Slika 5.29. a-napon na nožici 17 kodera, b-napon na izlazu predajnika

Na slici 5.30 je šema koja omogućuje prefinjenije bežično komandovanje. Dok ni jedan od taster prekidača TP0...TP3 nije pritisnut, na nožici 14 je logička jedinica pa su i koder i predajnik u uspavanom stanju (sleep mode) i potrošnja struje baterije je svedena na minimum (svega nekoliko mikroampera). Logičke jedinice su i na nožicama 10, 11, 12 i 13. Pritiskom na jedan od tastera, aktivira se prenos. Pri tome, sa nožice sa kojom je taster povezan odlazi logička nula a sa ostale tri logičke jedinice. Ako se na mestu prijema izlazi dekodera vode na četiri posebna invertora, na izlazima invertora će se pri pritisku na jedan taster dobijati jedna logička jedinica i tri logičke nule.

Pravljenje adresa pomoću mikro prekidača, kao na slikama 5.28 i 5.30, se koristi pri masovnoj proizvodnji, a izbor i pravljenje adresa se prepušta korisnicima. Kada se prijemni i predajni uređaj prave za unapred poznatu primenu i adresu prekidači mogu da se izostave. U

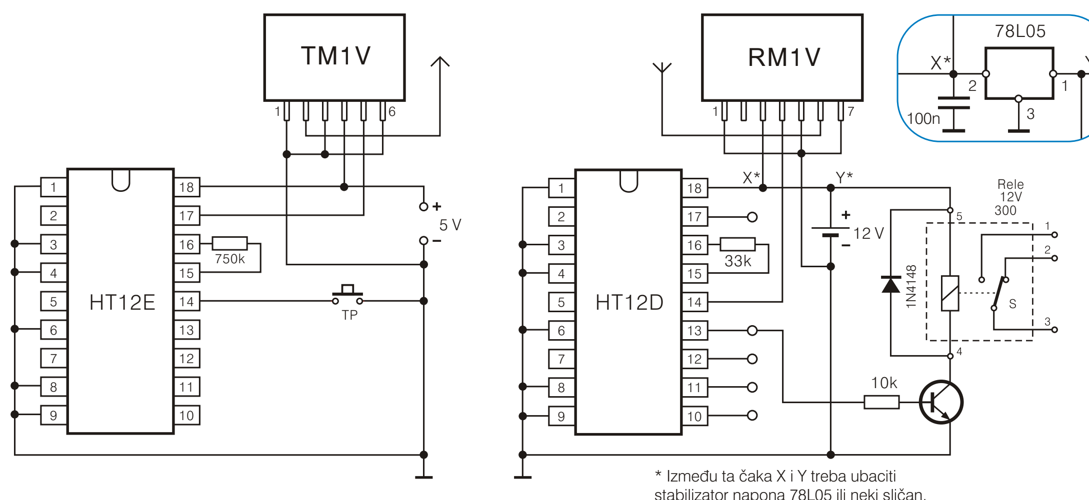


Slika 5.30. Koder sa tastaturom

Pažnja!
Pomoću radio-prijemnika i radio-predajnika koji se koriste u ovom projektu moguć je prenos samo digitalnih signala (nula i jedinica), ne i analognih signala.



tom slučaju se potrebne veze ostvaruju na štampanom kolu. Tako je urađeno u primeru na slici 5.31. Dok je taster TP pritisnut vrši se prenos četiri logičke jedinice sa nožica 10, 11, 12 i 13. Na prijemnoj strani koristi se samo logička jedinica sa izlaza 13. Znači dok je taster pritisnut kroz namotaj relea teče struja, preklopnik S je u levom položaju i ostvarena je veza između kontakata 1 i 3. Kad se taster otpusti, preklopnik S se vraća u položaj kao na slici. Na kontakte se priključuje uređaj koji treba da se uključi/isključi.



Slika 5.31. Bežično upravljanje releom

Napon od +5V (logička jedinica) na nožici 13 (između nje i mase) dekodera na slici 5.31 postoji samo dok je taster TP u koderu pritisnut. To je u redu za neke primene. Međutim, češći je slučaj da mi želimo da neki uređaj, bilo preko relea bilo direktno, kratkim pritiskom na TP uključimo i da ga, kasnije, po isteku nekog vremena, isključimo. U tom slučaju treba

koristiti *Toglle flip-flop* (*Latch* kolo), kao na slici 5.32, na kojoj je to kolo izvedeno sa već pominjanim integrisanim kolom 4013B. Na predajnoj strani se koristi predajni deo sa slike 5.31. Kada se na nožicu 3 kola 4013B put dovede logička jedinica, na izlazu (na nožici 1) će se takođe pojaviti logička jedinica. Ona ostaje na izlazu i kada se izgubi ona na ulazu. Usled toga, preklopnik S u releu će trajno biti u levom položaju, tako da je ostvarena veza između priključaka 1 i 3. Time je na mrežnu priključnicu doveden mrežni napon od 220 V, i uređaj koji je priključen na utičnicu (sijalica, grejalica, klima uređaj itd.) je uključen. Biće isključen tek kada se ponovo pritisne taster TP na slici 5.31.

* Nožice 8, 9, 10 i 11 se spajaju sa nožicom 4
* Nožice 12 i 13 "vise"

Slika 5.32. Bežično upravljanje releom

* Ako je prenos podataka uspešno obavljen, na nožici 17 dekodera HT12D se pojavljuje logička jedinica. Ovaj napon se koristi za paljenje LED diode na slici 5.33. Veličina otpornosti otpornika zavisi od vrste diode i napona baterije. Optimalne vrednosti se lako nalaze eksperimentom. Treba probati sa vrednostima kao na slici. Ako se dioda uopšte ne pali, treba smanjivati otpornost R1 dok se ne upali. Posle toga treba menjati otpornost R2 dokse ne ostvari jačina svetlosti koja vam najviše odgovara.

Slika 5.33. Optička indikacija uspešnosti prenosa

Kada se koristi više parova uređaja, svi radio-predajnici i svi radio-prijemnici rade na istoj učestanosti, na 418 MHz. Istovremeni rad je moguć zahvaljjući adresiranju. Na neki prijemnik mogu da stignu signali iz više predajnika ali će on reagovati samo na signal predajnika sa kojim ima istu adresu. Kola HT12E i HT12D imaju adrese od po osam bitova (nula i jedinica) pa je moguće napraviti 2^8 (256) različitih adresa. Postoji mogućnost da se kao adresni pinovi koriste i pinovi D0...D3, tada je broj različitih adresa 4096.

15.11.1. Radio-predajnik i radio-prijemnik

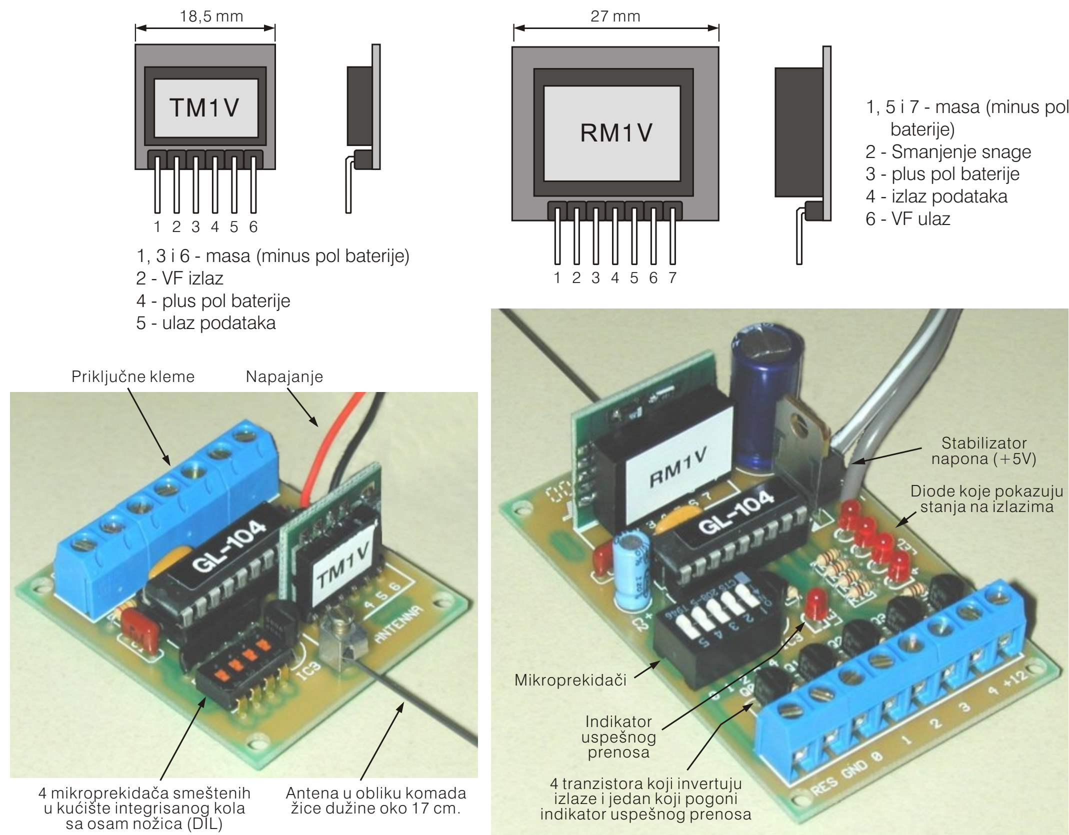
U opisanim uređajima se koriste fabrički izrađeni radio-predajnik i radio-prijemnik koji rade na učestanosti 418 MHz. Njih proizvodi veći broj kompanija, u prehodnim primerima to su TM1V i RM1V firme GLOLAB. Njihov izled, dimenzije i raspored nožica su dati na gornjem delu slike 5.34. O njihovim karakteristikama možete da se informišete na sajtu http://www.glolab.com.

U donjem delu slike 5.34 su fotografije kompletenih uređaja za bežični prenos podataka koje u obliku kita prodaje GLOLAB. Kolo GL-104 radi kao koder kad mu se nožice 7 i 8 spoje sa +5V, a kao dekoder kada se nožica 7 spoji sa masom. U ovom drugom slučaju nožica 8 je jedan od izlaza.

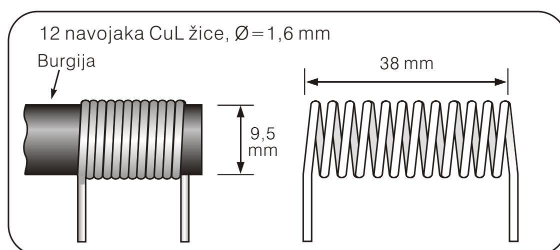
Emisiona i prijemna antena su u obliku komada neke čvrste žice (recimo od točka bicikla i sl.) dužine oko 17 cm. Dobro je ako se, iz razloga bezbednosti rukovaoca, na vrh žice uglavi neka plastična kuglica. Sa takvom antenom domet veze je oko 100 m. U mnogim slučajevima praktične primene ovoliki domet nije potreban pa antene mogu da budu znatno kraće. Antena mnogo manjih dimenzija, ali i lošijih performansi, koja je zgodna za upotrebu u prenosnim uređajima, je helikoidalna antena. Ona se pravi prema slici 5.35.

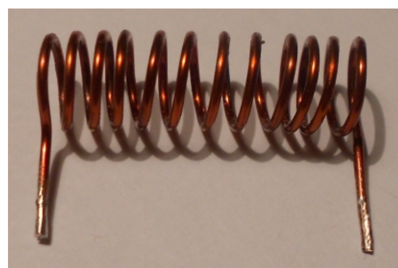
Na ravnom delu burgije prečnika 9,5 mm, bakarnom žicom, izolovanom lakom, prečnika 1,6 mm namota se kalem od 12 navojaka. Zatim se ovaj kalem skine sa burgije i razvuče tako da mu je dužina 38 mm.

Jedan kraj ove antene se lemi u stopicu koja je spojena sa nožicom 1 predajnika TM1V ili nožicu 6 prijemnika RM1V. Drugi kraj može da visi ali je mehanički pouzdanije i sigurnije (i lepše, što je takođe značajno) da se zalemi za usamljenu bakarnu stopicu na štampanoj ploči.



Slika 5.34. gore-dimenzije i raspored nožica radio-predajnik TM1V i radio-prijemnika RM1V, dole-fotografije kompletnih uređaja za bežični prenos podataka





Slika 5.35. Motanje helikoidalne antene

15.12. Aktivni zvučnik 2

Aktivni zvučnik se sastoji od audio-pojačavača, ispravljača i zvučnika smeštenih u zajednički kutiju. Njega koriste muzičari za vežbanje i ozvučavanje prostorija u kojima nastupaju. Ali, aktivne zvučnike relativno malih snaga koriste i ljubitelji elektronika i fizike pri raznim proverama i eksperimentima. Na njihov ulaz može da se priključi neki fizičko-električki pretvarač (transducer) koji neku promenljivu fizičku veličinu (svetlost, silu, pritisak, brzinu i sl.) pretvara u električni signal (napon ili struju). Ako je učestanost promena u granicama od oko 20 Hz do oko 20 kHz, to se čuje preko zvučnika i na osnovu toga mogu da se izvedu određeni zaključci.

Kad su u pitanju ljubitelji radiotehnike, njima aktivan zvučnik može da bude od velike pomoći pri proveri VF dela (od antene do ulaza u NF pojačavač) radio-prijemnika.

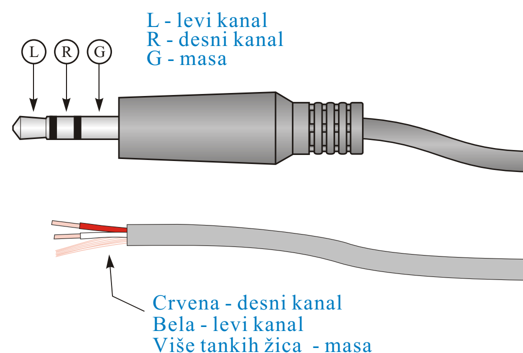
Svaki audio-pojačavač se sastoji iz dva dela: predpojačavača i pojačavača snage. U ovom projektu je opisana izrada jednog predpojačavača čije pojačanje može da se menja u granicama od nule do 470, a kao pojačavač snage se koristi pojačavač sa zvučnikom i ispravljačem koji se koristi uz kompjuter. Ovakvi pojačavači se prodaju u radnjam i cena im je izuzetno niska. Još je jeftinije ako ga kupite od nekoga ko je uz kompjuter dobio i novi pojačavač.

Pojačavač koji se koristi u ovom projektu je prikazan na slici 5.36. Iz kutije, sa zadnje strane izlaze dva gajtana (kabla): jedan sa utikačem za 220 V, kojim se pojačavač priključuje na električnu mrežu i drugi, sa utikačem koji je prikazan na slici, kojim se pojačavač povezuje sa kompjuterom. Kada se, odseče utikač i, pomoću lemilice, skine spoljna izolacija, pojavljuju se tri provodnika. Jedan je licnasta žica u crvenoj PVC izolaciji, drugi isti takav ali u beloj PVC izolaciji i treći u obliku više tankih neizolovanih žica, kao što je prikazano u donjem delu slike 5.37. Uključite pojačavač, dugme za jačinu stavite na maksimum, pa vrhom prsta dodirnite vrh crvene žice. Iz zvučnika se čuje brujanje. Kad dodirnete vrh bele žice, nema brujanja, jer se drugi zvučnik ne koristi. Povezivanje sa predpojačavačem je prikazano na slici 5.38. Žica u crvenoj izolaciji je spojena sa izlazom predpojačavača, a ostale dve sa masom.

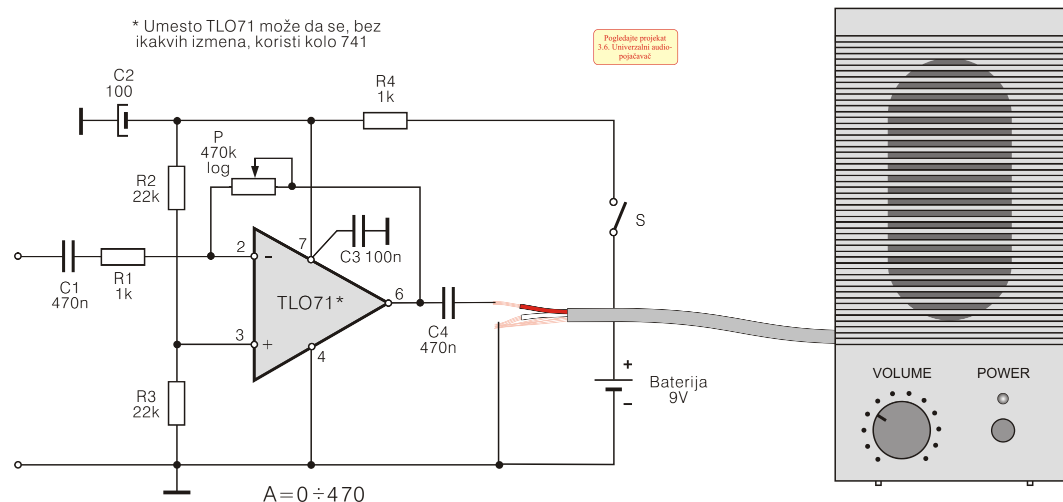
Praktična realizacija je prikazana na slici 5.39. Uređaj, zajedno sa baterijom od 9 V, se smešta u malu kutiju koja se zalepi za kutiju pojačavača snage. Na prednjoj strani se montiraju potenciometar i utičnica preko koje se dovodi signal koji se pojačava. Kabl kojim se pojačani signal vodi na pojačavač snage se skrati, a od ostatka se prave komadi kojima se potenciometar i utičnica povezuju sa pločicom. Ako rastojanja od potenciometra i utičnice do pločice nisu veća od oko 10 cm, umesto kablova mogu da se koriste obične žice.



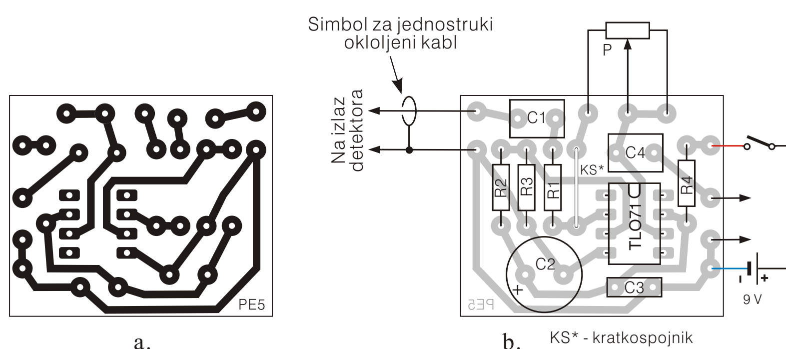
Slika 5.36. Audio-pojačavač snage sa zvučnikom i ispravljačem

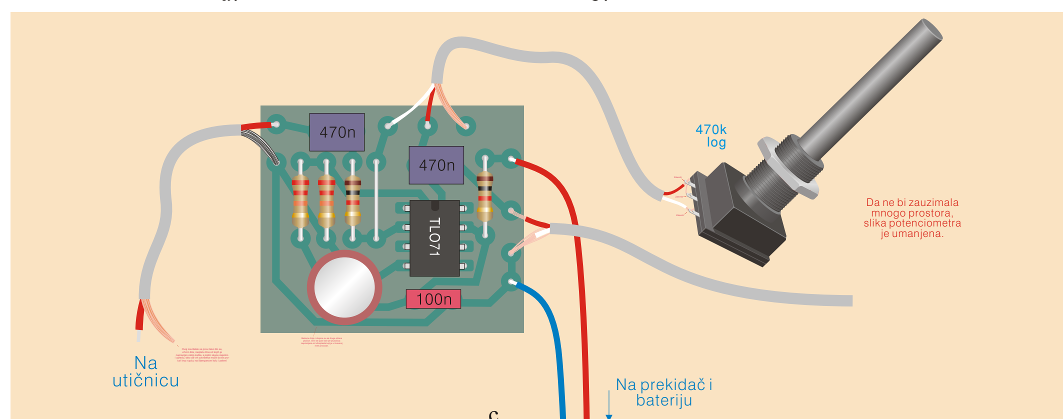


Slika 5.37. Stereo utikač koji "ide" na kompjuter



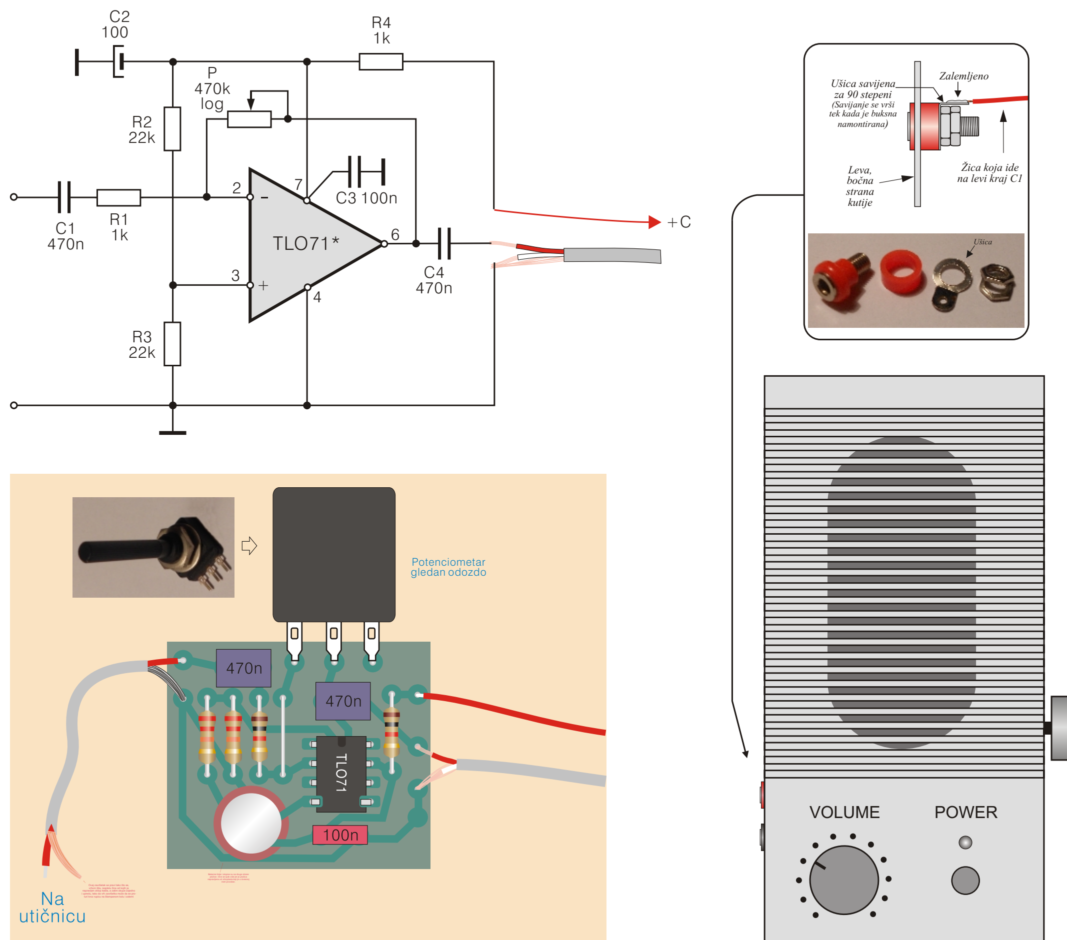
Slika 5.38. Predpojačavač i pojačavač snage





Slika 5.39. Štampana pločica pojačavača sa slike 3.22: a-pogled na stranu bakra, b-pogled na stranu komponenata, c - "fotografija"

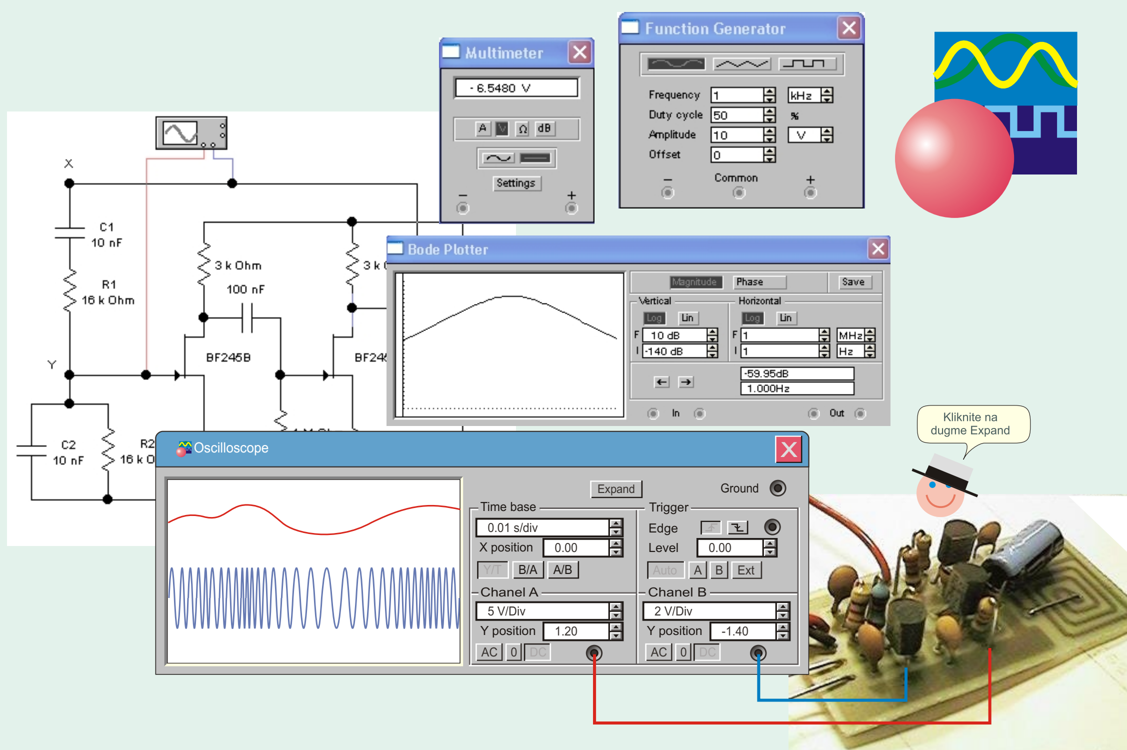
Dobra strana opisanog rešenja je u tome što pojačavač snage ne treba da se otvara, jer na njemu nema šta da se radi. Loše je to što se koristi baterija. Lepše i bolje rešenje je da se predpojačavač smesti u kutiju pojačavača snage i napaja iz postojećeg ispravljača. Tada, prema slici 5.40, desni kraj otpornika R4 treba komadom izolovane, licnaste žice spojiti sa sa stopicom u koju je zalemljen pozitivan kraj elektrolitskog kondenzatora (+C na slici) na izlazu ispravljača. Ovaj kondenzator se lako pronalazi jer je znatno većih dimenzija (i kapacitivnosti) od ostalih elektrolitskih kondenzatora na pločici. Pre lemljenja kraja crvene žice, treba voltmetrom proveriti da li između te stopice i mase postoji jednosmerni napon od oko 10 V.



Slika 5.40. Električma šema i štampana pločica sa komponentama predpojačavača koji se smešta u kutiju pojačavača snage

Praktična realizacija je prikazana na donjem delu slike 5.40. Nožice potenciometra su savijene, provučene kroz rupice i zalemljene, tako da potencimetar nosi pločicu. U kutiji treba naći zgodno mesto za montažu potenciometra i utičnice. Na slici 5.40, potencimetar je na desnoj bočnoj strani, a dve obične buksne na levoj.

4.9. *Electronics Workbench*



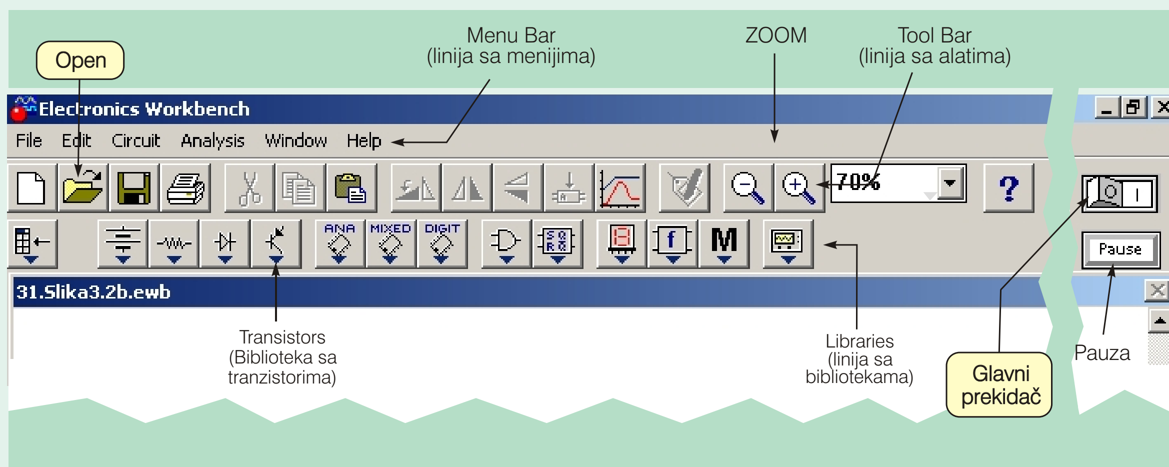
Electronics Workbench (Radni sto za elektroniku, u daljem tekstu EWB) je program za analizu rada različitih električnih i elektronskih kola, koji korisnicima omogućuje da, pre nego što se upuste u nabavku komponenata i praktičnu realizaciju nekog uređaja, izvrše kompjutersku analizu rada tog uređaja i provere da li su njegove karakteristike onakve kakve se očekuju prema prethodnom proračunu i, ako je potrebno, izvrše korekcije električne šeme i vrednosti upotrebljenih komponenata. Na primer, u slučaju ispravljača, EWB omogućuje da se ispravljač detaljno analizira, da se vide oblici i izmere veličine svih napona i struja, izmeri opseg promene izlaznog napona, uticaj promena mrežnog napona i veličine struje potrošača na veličinu izlaznog napona, menjaju komponente i njhove vrednosti itd. Jednostavno, program omogućuje da se na električnoj šemi ispravljača izvrše sve moguće provere i testovi, uključujući i one koje u stvarnosti ne bi smeli da probate zbog opasnosti od trajnog oštećenja komponenata. Ista stvar je i sa ostalim elektronskim uređajima, audio-pojačavačima, radio-prijemnicima, alarmima itd.

Uz svaku od knjiga *Praktične* ELEKTRONIKE (PE1, PE2, PE3...) idu i folderi PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWb... u kojima se nalaze simulacije električnih šema iz dotične knjige, rađene u EWB-u. Ovi folderi su u folderu EWB SIMULACIJE - PRIMERI na početnoj strani sajta. Uputstvo za korišćenje EWB-a je u knjizi ELECTRONICS WORKBENCH. Ovo mini uputstvo je namenjeno čitaocima koji nemaju vremena da čitaju uputstvo, a žele da pogledaju PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWB...

Program Electronics Workbench možete da skinete sa Interneta, sa nekog od sajtova koji nude Free Download. Jedan od njih, aktivan u vreme pisanja ovog teksta, je ovaj ispod. Kliknite na:

`http://oprekzone.com/download-ewb-electronic-workbench-5-12-free/`

Dakle, pokrenite program i na upozorenje *Culd not open file k*liknite na dugme *OK*. Na ekranu je slika X. To je virtuelni laboratorijski radni sto na kome se crtaju i analiziraju električne šeme elektronskih uređaja. Zapravo, to je gornji deo stola u kome su linija (polica) sa menijima, linija sa alatima i linija sa bibliotekama.



Slika X. Deo radne površine (radnog stola) EWB-a

Kliknite na svaki od menija i proučite šta je "na jelovniku". Stavite vrh kursora na svaku od ikona u liniji sa alatima, sačekajte da se pojavi ime biblioteke pa kliknite i pogledajte šta je u njoj.

Kliknite na ikonu *Open.* Na ekranu se pojavljuje prozor Open Circuit File. Kliknite na Drives i pronađite gde se nalaze folderi PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWb... . Otvorite folder koji vas interesuje i kliknite dva puta brzo na fajl koji želite da otvorite. Ako, recimo, tako postupite i u PE3-EWB dva puta kliknete na fajl "01.Jednostrani 1.ewb", na ekranu će se pojaviti električna šema jednostranog usmerača. Ako je slika zbrkana, uhvatite za gornji deo prozor Description i pomerite ga na neko zgodno mesto. Isto učinite i sa osciloskopom i, ako je potrebno, sa šemon, tako da dobijete lepu, preglednu sliku. Ako je suviše sitno, zumirajte. Prvo postupite po upustvu u prozoru *Description,* a onda probajte sve šta vas interesuje. Kad završite, ponovo kliknite na ikonu Open pa dva puta na fajl "02.Jednostrani 2.ewb" itd.

Autor savetuje čitaoce da, dok čitaju knjigu (PE1, PE2, PE3...), imaju pred sobom na ekranu monitora šemu o kojoj je reč u knjizi i da postupe po uputstvu iz prozora Description, ali i da probaju sve drugo što im padne na pamet u vezi sa tom šemom.

Ako ste nešto menjali na slici i to što ste napravili želite da sačuvate, kliknite na *File*, pa na *Save As*..., dajte novo ime i snimite ga gde želite. Ako to ne želite, na pitanje *Save changes* . . . kliknite na *No*.

Najčešće korišćeni postupci pri analizi kola iz foldera PEX-EWB su:

* Početak analize - kliknite na glavni prekidač. Zaustavljanje - kliknite na *Pause*.

* Proširenje slike osciloskopa - kliknite na dugme *Expand* na slici osciloskopa. Smanjenje slike - kliknite na dugme *Reduce*.

* Promena vrednosti komponenata (otpornosti, kapacitivnosti, napona izvora itd.) - kliknite dva puta na komponentu pa na dugme *Value*.

* Pomeranje klizača potenciometra - pritisnite na tastaturi na dugme na kome je slovo koje se u nazivu potenciometra nalazi u uglastim zagradama. Pomeranje u suprotnom smeru se ostvaruje tako što se prstom leve ruke pritisne dugme *Shift* a prstom druge ruke dugme u uglastim zagradama.

* Pomeranje komponenata - stavite kursor na komponentu, pritisnete levo dugme, pomerite komponentu i otpustite dugme.

* Brisanje - kliknete na ono što treba obrisati pa pritisnete dugme *Del* na tastaturi.

* Dovodjenje instrumenata na ekran - kliknite na ikonu biblioteke *Instruments,* stavite kursor na željeni instrument, pritisnite desno dugme na mišu, pomerite instrument gde želite i otpustite dugme.

* Povezivanje komponenta - stavite vrh kursora na kraj priključka komponente, tako da se pojavi mali crni krug, pritisnete levo dugme i pomerite vrh kursora do vrha druge komponente, tako da se i tu pojavi mali crni krug, i otpustite dugme.

* Povezivanje komponente sa već nacrtanim provodnikom - stavite vrh kursora na kraj priključka komponente, tako da se pojavi mali crni krug, pomerite vrh kursora na provodnik, tako da se i tu pojavi mali krug, i otpustite dugme.

* Opis komponenete - kliknete na komponentu pa na dugme sa znakom pitanja u *Tool Bar*-u.

* Okretanje komponente - kliknete na komponentu pa na dugme *Rotate*, *Flip Vertical* ili *Flip Horizontal* u *Tool Bar*-u.

* Zaustavljanje analize i posmatranje napona na osciloskopu - kliknete na dugme *Pause* (ispod glavnog prekidača) pa na dugme *Expand* (na osciloskopu) i pomerite sliku.

* Merenje napona osciloskopom - pomerite kursor 1 na vreme koje vas interesuje i pročitajte veličinu napona u prozoru "Napon"

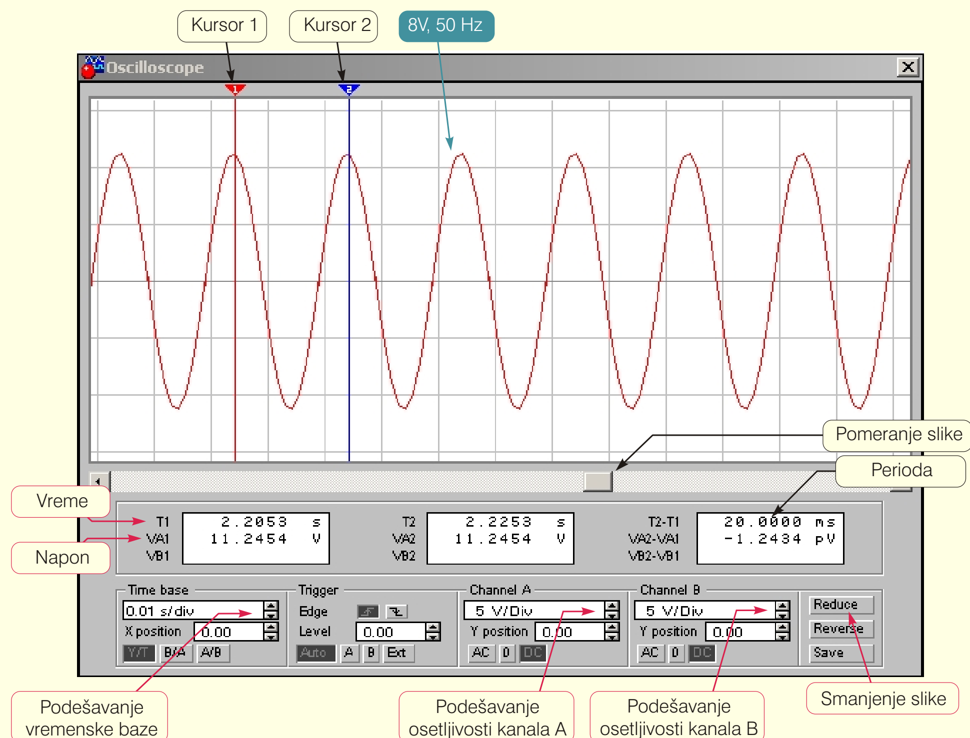
* Merenje učestanosti - podesite kursor 1 na neki maksimum napona, podesite kursor 2 na sledeći maksimum i u prozoru "Perioda" pročitate periodu T. Učestanost se izračuna po obrascu f = 1/T.

* Posmatranje talasnog oblika struje osciloskopom - u granu kroz koju teče struja ubacite *I/U* pretvarač (*Current-Contolled Voltage Source* iz biblioteke *Sources*) a na njegov izlaz priključite osciloskop. Napon na izlazu *I/U* pretvarača je istog oblika kao struja.

* Zatvaranje prozora *Description* - kliknite na X u gornjem desnom uglu. Otvaranje - pritisnite istovremeno dirke *Ctrl* i *D*.

* Zatvaranje programa - kliknite na *File* u *Menu Bar*-u pa na *Exit*.

* Upoznavanje sa osciloskopom. U PE1-EWB\Otpornici otvorite fajl "00. Osciloskop.ewb", kliknite na glavni prekidač pa na dugme *Pause*, pa na dugme *Expand* (na osciloskopu). Isprobajte sve što može da se uradi prema oznakama na slici XX.



Slika 8.2. Proširena slika EWB-ovog osciloskopqa

Ако сте имали неке користи од ове књиге, помозите одржавање и даљи напредак овог сајта. Донирајте колико можете. Погледајте "Ако, како донирати" на почетној страни.

Сваки динар је добро дош'о.





Pogledajte VIDEO klipove u vezi sa ovom knjigom.

5. *PE5* - Radio-prijemnici

PE5a - EWB - Detektor - najjednostavniji radio-prijemnik
https://youtu.be/MslKkw_zmsg

PE5b - EWB - Audion
https://youtu.be/pRnDvTprxac

PE5c - Direktan AM radio-prijemnik
u pripremi!

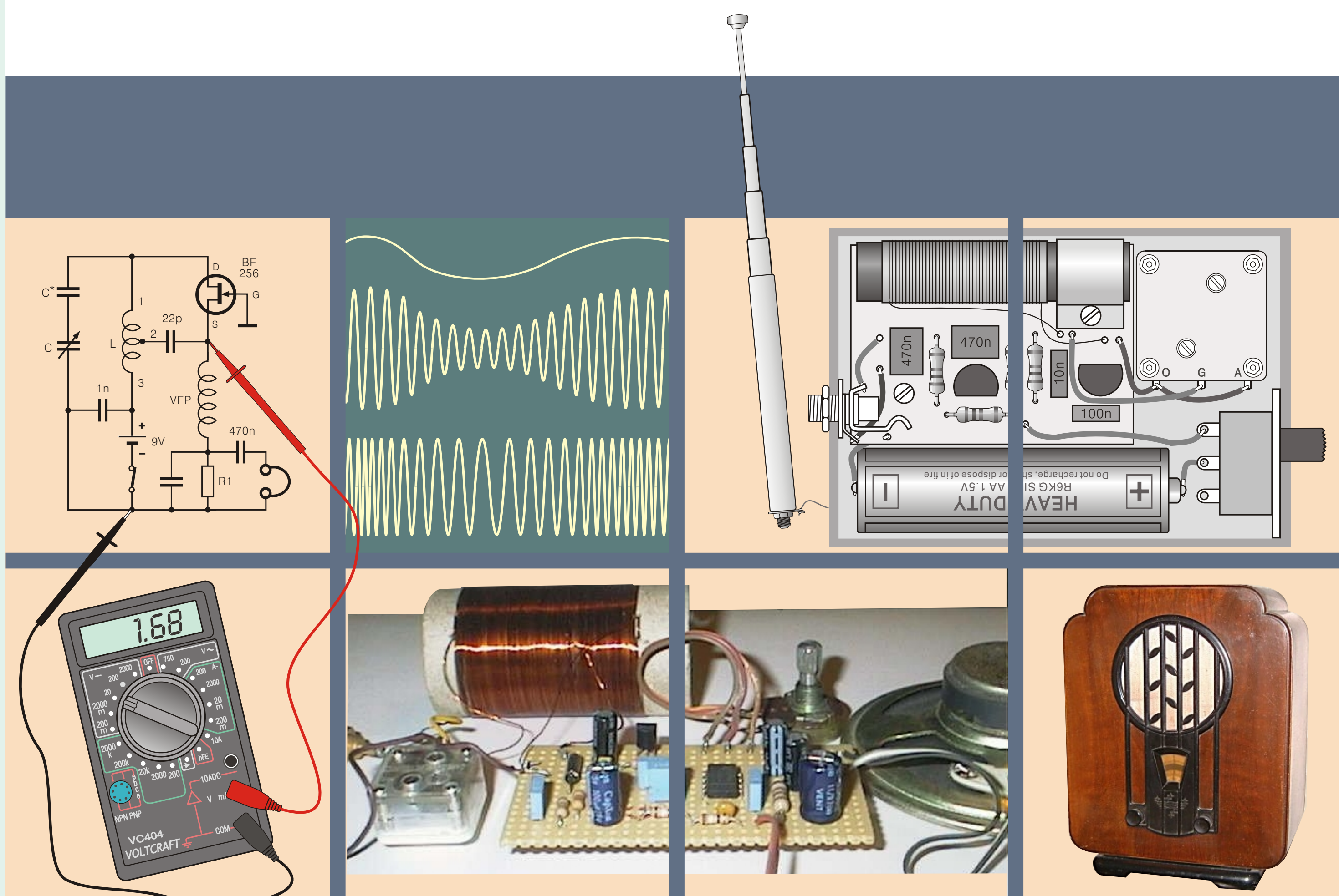
Praktična

ELEKTRONIKA 5

Filipović D. Miomir

RADIO-PRIJEMNICI

od detektora do stereofonskog prijemnika

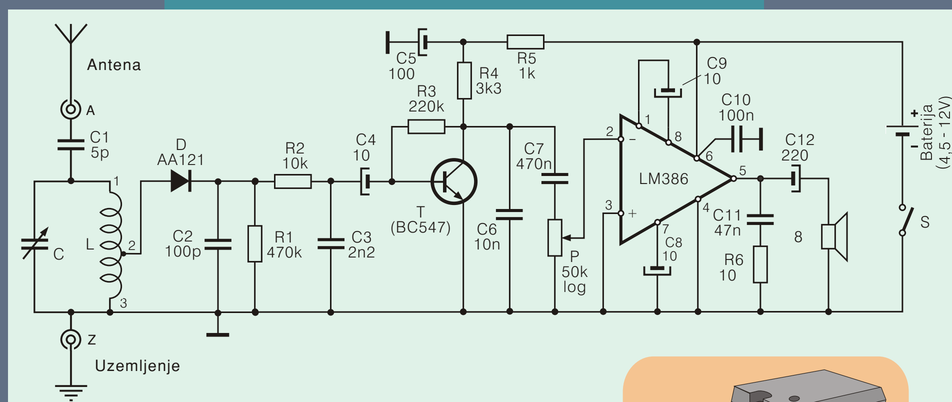


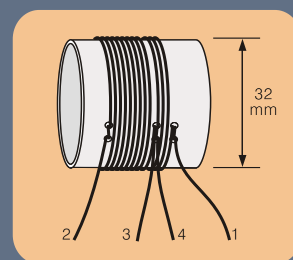
Princip rada, električne šeme, komponente, uputstva, crteži i izrada štampane ploče, montažne šeme, praktična realizacija, podešavanja, provera ispravnosti, dodatna kola, antene, uzemljenje, dodaci . . .

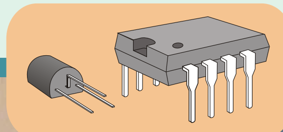
Prednja korica verzije knjige za štampu

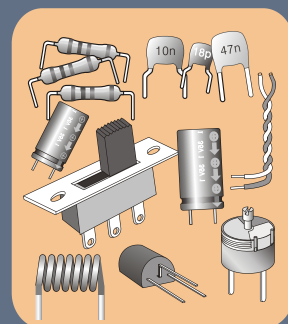


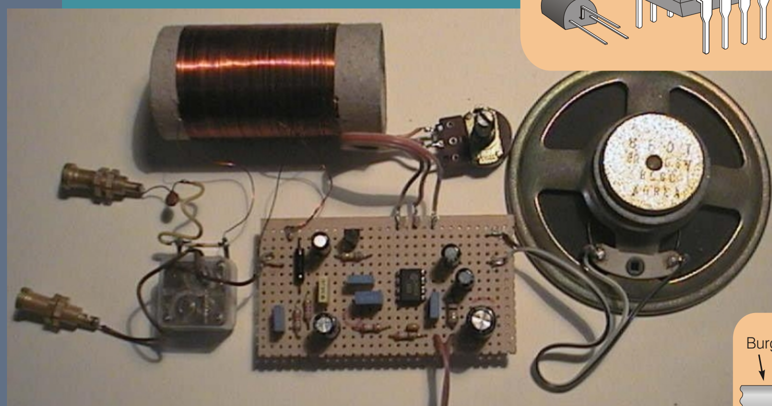
Serija knjiga "Praktična ELEKTRONIKA" je namenjena svima koji žele da sami, svojim rukama, naprave ispravljač, audio-pojačavač, radio-prijemnik, radio-predajnik, alarm i mnoge druge elektronske uređaje. Knjiga koju držite je treća iz serije, a posvećena je praktičnoj realizaciji radio-prijemnika i radio-predajnika.

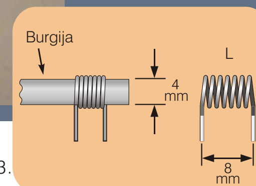


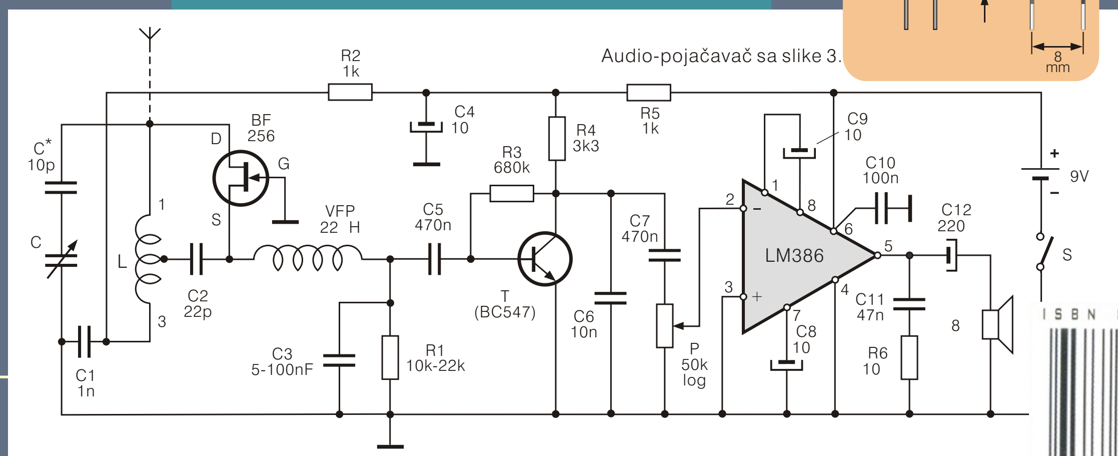














Zadnja korica verzije knjige za štampu